علم الدلالة والأنطولوجيا من منظور حوسبة اللغة العربية

أ.د. هند بنت سليمان الخليفة
أ.د. نوال بنت إبراهيم الحلوة
د. عريب بنت عبدالله العويشق
أ. عالية بنت عمر باحنشل



تحرير: أ.د. هند بنت سليمان الخليفة

مباحث لغوية ٢٩



www.kaica.org.sa

مباحث لغوية ٢٩

علم الدلالة والأنطولوجيا

- من منظور حوسبة اللغة العربية -

أ.د.هند بنت سليمان الخليفة
أ.د. نوال بنت إبراهيم الحلوة
د.عريب بنت عبدالله العويشق
أ.عالية بنت عمر باحنشل

تحرير :
أ.د.هند بنت سليمان الخليفة



هذه الطبعة
إهداء من المركز
ولايسمح بنشرها ورقياً
أو تداولها تجارياً



علم الدلالة والأنطولوجيا

الطبعة الأولى
١٤٣٨ هـ - ٢٠١٧م

المملكة العربية السعودية – الرياض
ص.ب ١٢٥٠٠ الرياض ١١٤٧٣
هاتف:٠٠٩٦٦١١٢٥٨٧٢٦٨ – ٠٠٩٦٦١١٢٥٨١٠٨٢
البريد الإليكتروني: nashr@kaica.org.sa

ح/ مركز الملك عبدالله بن عبدالعزيز الدولي لخدمة اللغة العربية، ١٤٣٨هـ.
فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
الخليفة، هند بنت سليمان
علم الدلالة والأنطولوجيا./ هند بنت سليمان الخليفة – الرياض، ١٤٣٨هـ
..ص؛ .. سم
ردمك: ٦-٠-٩٠٨٩٥-٦٠٣-٩٧٨
١- علم الدلالة ٢- علم اللغة أ. العنوان
ديوي ٤١٠ ٣٤١٣ / ١٤٣٨
رقم الإيداع: ٣٤١٣/ ١٤٣٨
ردمك: ٦-٠-٩٠٨٩٥-٦٠٣-٩٧٨

التصميم والإخراج
دار وجوه للنشر والتوزيع
Wojooh Publishing & Distribution House
www.wojoooh.com
المملكة العربية السعودية – الرياض
الهاتف:4562410 الفاكس:4561675
للتواصل والنشر:
info@wojoooh.com



مقدمة المحررة

تُعد الدلالة (semantics) إحدى فروع علم اللسانيات، ومن أهم مستويات اللغة، وقمة الدراسات اللغوية، فالمستوى الدلالي ينهض ببيان معاني المفردات والجمل ومدلولاتها في السياقات المختلفة. وتعرف الدلالة على أنها «عملية ذهنية متصورة قائمة على الارتباط والتكامل بين اللفظ والمعنى للوصول إلى المحصلة النهائية التي تمثل غاية الفهم اللغوي»[1]، وقد شهد مفهوم الدلالة خلال الحقبات الزمنية الماضية تراكمات معرفية مختلفة إلى أن دخلنا حقبة القرن الواحد والعشرين، وبدأنا نرى تطبيقا جديدا لعلم الدلالة يسخّر معطيات عصر تقنية المعلومات ويتفاعل معه، فمع التطور التقني حوسبة اللغة أصبح بالإمكان تمثيل الدلالة بواسطة كيانات تدعى أنطولوجيا (On-tology)، والتي تستخدم للتعبير عن تمثيل شكلي للمعرفة عبر تحديد جملة من المفاهيم المختلفة والمتعلقة بمجال معين وعلاقاتها مع المفاهيم الأخرى.

وبما أن علم الدلالة هو علم يهتم بدراسة المعنى، أصبحت الأنظمة الحاسوبية تهتم

١- آلهة مصر العربية: د. علي فهمي خشيم، دار الآفاق الجديدة، المغرب، ١٩٩٠م.

بتوظيفه بسبب اكتساح الشبكة العنكبوتية (الويب) جميع مظاهر الحياة، فخرجت لنا بما يسمى بـ «الويب الدلالية» (Semantic Web).

تعرف الويب الدلالية (أو ما يطلق عليها أحيانا «الويب ذات الدلالات اللفظية» أو «الويب ذات المعنى») على أنها «شبكة بيانات بالمعنى، أي أنه يمكن للبرامج الحاسوبية الخاصة أن تعرف ماذا تعني هذه البيانات»؛ لذا تتم الاستعانة بالأنطولوجيا لتفسير وفهم هذه البيانات وربطها، وعليه، فإنه يمكن تمثيل الويب الدلالية بنسيج مترابط من المستندات التي تحتوي على معلومات محولة إلى معطيات يستطيع الحاسوب قراءتها وفهم محتواها ومن ثم تقييمها.

فعلى سبيل المثال، لو ربطت كل صفحة من صفحات الويب بأنطولوجيا تبين المفاهيم التي تتناولها هذه الصفحة، فستتمكن محركات البحث في المستقبل من البحث عن مفهوم معين واسترجاع نتائج أكثر دقة أو حتى استرجاع صفحات لم يتم ذكر المفهوم فيها، ولكن لأن أنطولوجيا الصفحة احتوت على هذا النوع من المفهوم قام محرك البحث باسترجاعها، وهنا تكمن أهمية مفهوم الأنطولوجيا وما يمكن أن توفره في عصر تقنية المعلومات.

وعلى الرغم من أن مصطلح الأنطولوجيا فلسفي المولد والنشأة والدلالة اللغوية، فإنه أدخل من قبل أوائل الباحثين في مجال الذكاء الاصطناعي في فترة الثمانينات من القرن العشرين وذلك لنمذجة المعرفة؛ لذا فهي تعد من أحدث التطبيقات الحاسوبية لتمثيل ومعالجة الدلالة للغات الطبيعية وذلك للوصول إلى فهم للمعرفة البشرية وتمثيلها بشكل ممنهج يسهل على الحاسوب معالجته واستنباط المعارف منه.

ولفهم أفضل لمجال الأنطولوجيا وعلاقتها باللغة جاء هذا الكتاب ليردم شيئاً من الفجوة المعرفية في المكتبة العربية حول الأنطولوجيا، وذلك بتوضيح المصطلح والجهود البحثية فيه في اللغات الأخرى ثم في اللغة العربية، كما يهدف الكتاب إلى طرح النماذج

وإدراج التطبيقات لتكون زاداً معرفياً ومنهجياً للمختصين والتي قد تسهم في فتح باب للدارس العربي في مجال الأنطولوجيا لغوياً وحاسوبياً، ما سيثري المحتوى الرقمي ويحافظ على هوية الأمة أمام سيطرة العولمة والتحديات الثقافية والتكنولوجية التي تواجهها اللغة العربية، كل تلك الجهود ستسهم بشكل أو بآخر في دخول الاقتصاد المعرفي (فاللغة هي البوابة لدخول مجتمع المعرفة).

جاء هذا الكتاب في ستة فصول تناول فيها تعريفاً بعلم الدلالة والأنطولوجيا والمفاهيم المكونة لها متبوعة بخطوات هندسة الأنطولوجيا واستعراض لأهم الأبحاث التي وظفت الأنطولوجيا لخدمة اللغة العربية والأطر المختلفة للأنطولوجيا اللغوية، واختتم الكتاب بمثال تطبيقي لبناء الأنطولوجيا باستخدام برنامج حاسوبي متخصص ثم بالأبحاث المستقبلية في مجال الأنطولوجيا العربية.

ففي الفصل الأول قدمت لنا نوال الحلوة -من الجانب اللغوي- تعريفا بالدلالة كعلم مستقل في اللغة وما يحوم حولها من مفاهيم مثل المعنى والمفهوم وعلاقة الدلالة بالأنطولوجيا كشق من علم الدلالة، ثم تناولت بشيء من التفصيل نظرية الحقل الدلالي والتحليل الدلالي والعلاقات الدلالية بمستوياتها المختلفة، وذلك لما للنظريات الدلالية الحديثة من دور في خدمة الأنطولوجيا.

أما في الفصل الثاني فقد تناولت عريب العويشق -من الجانب الحاسوبي- مفهوم الأنطولوجيا وأنواعها ولغاتها وأساليب بنائها والأدوات المعينة على ذلك، ثم تعمقت بشيء من التفصيل لخطوات تصور وتشكيل المفاهيم في الأنطولوجيا.

وفي الفصل الثالث، استعرضت هند الخليفة واقع الأبحاث والجهود المبذولة في إنشاء أنطولوجيا تعتمد اللغة العربية في بنائها وذلك لتحقيق عدة أهداف؛ مثل استخدامها في استرجاع المعلومات (Information Retrieval)، وبناء نظم الإجابة الآلية عن الأسئلة (Q&A systems) التي تعتمد على الأنطولوجيا، وتوسيع الاستعلام (Query

Expansion)، والتلخيص الآلي للوثائق الإلكترونية (Summarization)، وغيرها، ثم تختم الفصل بتلخيص للتحديات التي تواجه مجال هندسة الأنطولوجيا العربية، بالإضافة إلى الإشارة إلى بعض مصادر الأنطولوجيا العربية المشاعة للاستخدام.

يأتي بعد ذلك الفصل الرابع والذي تتناول فيه عالية باحنشل بشيء من التفصيل بعضاً من أشهر الإطارات الحاسوبية التي أنشئت في مجال اللغة، وذلك بالتعريف عن كل إطار وأهدافه والجهود المبذولة لإنشاء مثيلاته في اللغة العربية تحديداً، وذلك لفتح المجال للمهتمين في توظيف الأنطولوجيا في أحد مجالات معالجة اللغة العربية.

وتعود عريب العويشق مجدداً في الفصل قبل الأخير بشرح درس تطبيقي في بناء أنطولوجيا باستخدام أحد البرامج الحاسوبية المتخصصة، وهو برنامج بروتيجي (Protégé)، لتختتم بعد ذلك هند الخليفة الكتاب بطرح بعض التوصيات للمختصين باللغة العربية والحوسبة لتجاوز التحديات الحالية التي تواجه مجال الأنطولوجيا العربية، ثم تسلط الضوء على أهم البحوث المستقبلية في هذا المجال.

ومع إسدال الستار على آخر فصل من فصول الكتاب، لابد من التأكيد مجدداً على أهمية وجود كتاب باللغة العربية في مجال علم الدلالة وكيفية تمثيله حاسوبياً بواسطة الأنطولوجيا ليكون مرجعا علميا يسلط الضوء على هذا المجال الحديث، وأيضاً يمهد الطريق للمختصين العرب باللسانيات الحاسوبية للتعرف على إمكانيات الأنطولوجيا في حوسبة اللغة العربية، فقد قامت الباحثات في هذا الكتاب بسبر أغوار البحث في الأنطولوجيا لمحاولة تيسير فهمها وطرح نماذجها، لعل هذا الجهد يؤسس للبنة في أبحاث مشتركة بمجال الأنطولوجيا العربية يقودها اللغويون والحاسوبيون معاً، ويزيد من لحمة البحث المشترك بينهما.

ختاماً، أتقدم بوافر الشكر والتقدير للقائمين على مركز الملك عبدالله بن عبدالعزيز (رحمه الله) الدولي لخدمة اللغة العربية على مبادرتهم بطرح سلسلة (مباحث لغوية)

بمرحلتها الثانية، والتي من ضمن مجالاتها حوسبة اللغة العربية واللسانيات الحاسوبية، كما أتقدم بالشكر الجزيل لجهود الباحثات المشاركات في تأليف هذا الكتاب ومساهمتهن في نقل هذا المجال المعرفي الحديث للغة العربية.

المحررة

أ.د. هند بنت سليمان الخليفة

الرياض

١٠ ربيع الآخر ١٤٣٨هـ الموافق ٨ يناير ٢٠١٧م

hend.alkhalifa@gmail.com

■■■

الفصل الأول
علم الدلالة والأنطولوجيا

أ.د. نوال بنت إبراهيم الحلوة

١,١ تمهيد

إن أغلب شواغل علم اللغة ودراساته تدور في فلك (الدلالة) ما بين اللفظ والمعنى والمنطق والواقع؛ لذا كان تعريفها من أصعب التعريفات حداً وشمولاً، فالمعنى كيان يشير بذاته عند مستمعيه إلى أمر غائب، وبذلك أصبح مثار ريبة وشك، كما أنه يشير إلى كيانات متعددة يتداخل فيها الصوت مع الحس والمنطق مع الإدراك والتصور؛ ما جعل القبض على ناصية المعنى أمرا من الصعوبة بمكان.

واليوم أصبحت تتقاطع في الدلالة علوم عدة؛ كالمنطق، وعلم النفس، وعلم الاجتماع، فمن الصعب أن تصل إلى معنى (الدلالة) منفردة، بل سيحيط بها عدد من المفاهيم المتداخلة تجعلك تجوب في دهاليز المعنى والشكل والتصور لعلك تصل إلى تعريف خالص لها، وقد تصل أو قد لا تصل، فلا زلنا ننتظر فتوحات جديدة في فهم الدلالة، ما يجعل استقرار مفهومها أمرا صعب المنال حالياً.

وتعد الأنطولوجيا جزءاً لا يتجزأ من الدلالة، لذا لا مناص لنا في هذا الفصل من الدخول على الدلالة وتعريفها وأنواعها وأصنافها، ثم الدخول على العلم الذي يشتغل بها من حيث (التواضع والاستعمال) وهو (علم الدلالة)، نعرج بعده على الأنطولوجيا وما يحيط بها من نظريات (كالحقل الدلالي)، و(التحليل التكويني للمعنى)، و(شبكة

العلاقات الدلالية)، ومما لا يخفى أن حوسبة أي لغة لا تقوم إلا على نظرية لسانية عتيدة تجعلها قابلة للنمذجة حاسوبياً، وهذا ما أتاح للأنطولوجيا الانتشار والقبول.

١ , ٢ تعريف الدلالة

الدلالة لغةً: كما جاء في لسان العرب: (الدال) مصدر من الفعل (دلَّ) وهو من (دلل) التي تدل فيما تدل عليه على الإرشاد إلى الشيء والتعريف به، ومن ذلك دله على الطريق يدله دلالة (بالفتح والكسر): أي سدده إليه (ابن منظور، ٢٠٠٣).

وفي مقاييس اللغة: (الدال واللام) أصلان أحدهما إبانة الشيء بأمارة تتعلمها، والآخر اضطراب الشيء. فالأولى قولهم: دللت فلانا على الطريق، والدليل: الأمارة على الشيء، وهو بين (الدَّلالة) و(الدِّلالة) بالفتح والكسر (ابن فارس، ١٣٩٦).

أما اصطلاحاً، فالدلالة عند العرب القدماء:

عند الفلاسفة (ابن سينا): (ومعنى دلالة اللفظ: أن يكون إذا ارتسم في الخيال مسموع اسم ارتسم في النفس معنى، فتعرفُ النفسُ أن هذا المسموع لهذا المفهوم فكلما أورده الحس على النفس التفتت إلى معناه) (ابن سيناء، ١٩٩٠)، فنجد في تعريفة أن (الدلالة) يشكلها: الصوت والحس والنفس والخيال.

الدلالة عند الأصوليين:

والأصوليون يقدمون المعنى على اللفظ، (فاللفظ إنما هو وسيلة لتحصيل المعنى المراد والمعنى هو المقصود) فاللفظ عندهم خادم للمعنى (الشاطبي، ١٣٧٤).

تعريف الدلالة عند المحدَثين:

أما عند جون لاينز فإن الدلالة تمثل العلاقة القائمة بين التعابير وبين الكيانات المادية في العالم الخارجي (لاينز، ١٩٨٧).

١ , ٣ أنواع الدلالة

وقد حصر ابن جني أقسام الدلالة عند العرب في (ابن جني، ١٩٧٥):

١. دلالة أساسية أو معجمية: وهي الدلالة الأصلية للمفردة، وتسمى المركزية.
٢. الدلالة الهامشية: وهي ما يلحق الدلالة الأساسية من تغير أو مجاز أو استعارة.

٣. الدلالة الصوتية: وهي ما تحمله بعض الأصوات من سمات دلالية خاصة تدل على القوة أو الضعف.
٤. الدلالة الصرفية: وهي ما تضيفه الصيغة من معنى على الدلالة الأساسية.
٥. الدلالة النحوية: وهو ما يضيفه التركيب النحوي على المعنى الأساسي.
٦. الدلالة السياقية الموقعية: وهي ما يصاحب اللفظ من ألفاظ أخرى تساعد على توضيح المعنى عَلَ

أما أنواع الدلالة عند بالمر فهي: الدلالة الوضعية (المعنى الأساسي)، والدلالة التصورية (التفكيرية) (بالمر، ١٩٩٧).

١, ٤ أصناف الدلالة

هناك أصناف من الدلالات على المعاني لفظية وغير لفظية، حصرها اللغويون في خمسة أشياء؛ أولها: اللفظ، ثم الإشارة، ثم العقد (الحساب)، ثم الخط، ثم الحال التي تسمى النصبة (مثل السماء والأرض) وهي الحال الدالة التي تقوم مقام تلك الأصناف ولا تقصر عن تلك الدلالات، فهي صامتة فالصامت ناطق من جهة الدالة (جبل، ٢٠٠٩).
وقيل هي: عبارة عن شيء زيادة على كونه حاملاً للمعاني يثير بذاته في الفكر أشياء أخرى (تودوروف، ٢٠٠٠)، فتعريف لاينز يجمع بين ثلاثة مفاهيم تشكل معنى الدلالة هي (اللفظ - والواقع - والكيانات) وأضاف له التعريف الآخر مفهوماً آخر مهما هو (الفكر).

١, ٥ مصطلح علم الدلالة

مركب إضافي يقابل المصطلح الانجليزي (Semantics) وكلاهما يدل على فرع من فروع علم اللغة، يدرس العلاقة بين الرمز اللغوي ومعناه، ويدرس تطور معاني الكلمات تاريخياً وتنوعها، والمجاز اللغوي والعلاقة بين كلمات اللغة (الخولي، ١٩٨٢) وهو القاعدة التي يتأسس عليها علم الأنطولوجيا.
وعند أحمد مختار عمر علم الدلالة هو: (دراسة المعنى أو العلم الذي يدرس المعنى)، أو(ذلك الفرع في علم اللغة الذي يتناول نظرية المعنى، أو ذلك الفرع الذي يدرس الشروط الواجب توافرها في الرمز حتى يكون قادرًا على حمل المعنى) (عمر، ١٩٩٨).
وعند سبستيان لوبنر: علم الدلالة (هو علم معنى ألفاظ لغوية بسيطة ومركبة

تعد في ذاتها مستقلة عن أي سياق محدد المنطوق، وبناء على ذلك يعنى بالعلاقة بين معنى اللفظ ومعنى المنطوق؛ أي بالمعنى الذي يتخذ لفظاً حين يستخدم في سياق محدد للمنطوق)، فهذا التعريف قد أضاف الدلالة المركبة (لوبز، ٢٠١٠)، وعند بالمر (علم الدلالة مفهوم عام يختص بالمعنى ويمتد إلى كل مستوى لغوي له علاقة بالدلالة) (بالمر، ١٩٩٧)، وهنا نجد أن التعريف قد أضاف المستويات اللغوية.

وتنقسم الدراسة في علم الدلالة إلى ثلاثة أقسام (استيته، ٢٠٠٨):

١. علم تحليلي يبحث عن الماهية بـ (ما هو) و(ما هي)؟
٢. علم تعليلي يبحث عن العلة والسبب والكيفية (لماذا)؟
٣. وعلم تدليلي يربط الظاهرة بدليلها (كيف)؟

ويرى جراترتس أن: (علم الدلالة علم قيم لغوياً ما دام يقوم بتصنيف المعاني حسب التسلسل الزمني لمصلحة علم المعاجم، ويدون قوانين التغير الدلالي لمصلحة علم التأثيل؛ ولكنه أيضا يقع ضمن مجال علم النفس التجريبي بقدر ما يستمد هذه القوانين من طبيعة العقل ويكتب تاريخاً للأفكار؛ فالمعاني أفكار) (جرارتس، ١٤٣٤).

أما **تعريف الكلمة**: لغة من (الكلام: الكلم: وهو الجرح) (الجوهري، ١٣٧٦) وإذا كان تعريف المعنى يشوبه الغموض فالكلمة مثله فلا يزال يحيط مفهومها الإشكال والريبة.

فاصطلاحاً عند القدماء هي: (اللفظة المفردة الدالة بالاصطلاح على معنى) وقالوا: (كل منطوق به أفاد شيئا بالوضع فهو كلمة) (محسب، ١٩٩٧).

وعند المحدثين: عند أولمان (الكلمة أصغر الوحدات ذات المعنى في الكلام المتصل) (أولمان، ١٩٩٧) وعند فرنك بالمر: (هي المفردة وهي الوحدة المعجمية) (بالمر، ١٩٩٧).

أما **الوحدة المعجمية** فهي: (اللكسيم) وهي الوحدة المفتاحية التي تشكل قوائمها مداخل المعجم، وعادة ما يلمح فيها جانب الاتحاد التام في الشكل واتحاد المعنى وتقاربه (عمر، ١٤١٨)، وعليها يقوم بناء المفهوم الذي تعتمد عليه الأنطولوجيا.

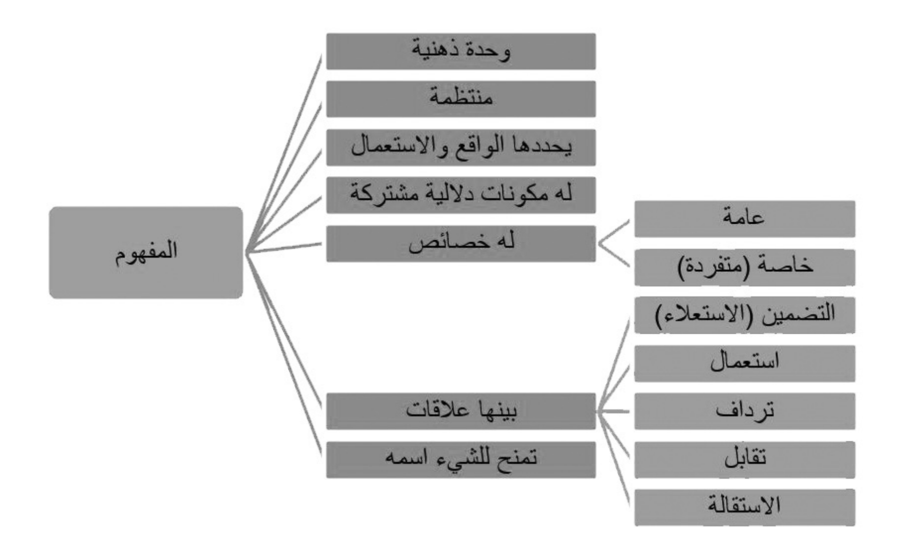
ويرى جون لاينز أننا (لا نستطيع فهم معنى كلمة بمعزل عن الكلمات الأخرى لذا فبنية مفردات اللغة شبكة واسعة معقدة من علاقات المعنى، فهي تشبه نسيج العنكبوت الواسع المتعدد الأبعاد يمثل كل خيط فيه إحدى هذه العلاقات، وتمثل كل عقدة فيه

وحدة معجمية مختلفة) (لاينز، ١٩٨٧) أما أصحاب النظرية السياقية فيرون أن معنى الكلمة لا يمكن تحديده إلا من خلال استعمالها في السياق، فلا يدرس المعنى إلا من خلال السياق الذي وردت فيه الكلمة (سعد، ٢٠٠٢).

المفهوم: لغة هو من (ف. ه. م) والفهم هو من (فهمت الشيء فهماً، أي: علمته (الجوهري، ١٣٧٦).

واصطلاحاً: وحدة ذهنية تنتج عن تجميع الأعيان التي تربط بينها خصائص مشتركة. وقيل هو: (تنظيم متجذر من خبرة الواقع واختباره وخبرة تتم عبر استعمال قواعد العلاقة التي يمكن أن تمنح لها اسماً) (خطابي، ١٤٣٧).

ويشرح محمد خطابي ذلك: (بأن المفهوم هو مجموع الخصائص التي تجعله مختلفاً عن أقرب مفهوم إليه بخاصية واحدة على الأقل، وكلما تعددت خصائص المفهوم ضاقت حالته ومال إلى التفرد، والعكس صحيح) (خطابي، ١٤٣٧) والخصائص هنا يقصد بها السمات التي تحدد معنى الكلمة (الوحدة المعجمية) وهي البنية النواة وترتبط بالحقل الدلالي الذي تعود إليه الكلمة ومنه تتفرع شبكة العلاقات الدلالية فيها. شكل ١ يوضح تعريف المفهوم بشكل شجري.



شكل ١: توضيح تعريف المفهوم شجرياً

١,٦ الأنطولوجيا

الأنطولوجيا (Ontology) لغةً: في الأصل مصطلح عام فلسفي ذو أصل يوناني يعني (الوجود) يهتم بدراسة الموجودات الكونية وبيان العلاقات بينها بهدف اكتشاف أصول العالم وموجوداتها والوصول إلى فئاته وأنواعه وعلاقاته (موسوعة ويكيبيديا).

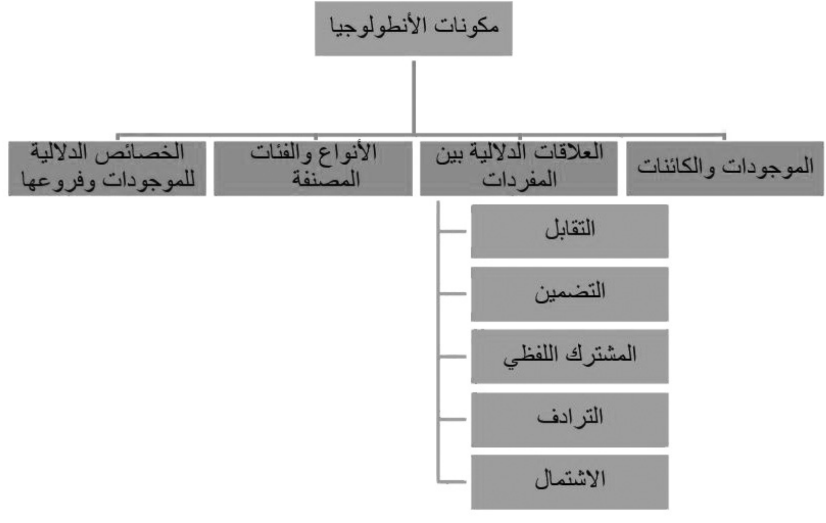
واصطلاحاً: (مجموعة من المفاهيم المترابطة بعلاقات دلالية قصد تحديد معانيها، وقيل: طريقة لتمثيل المفاهيم وذلك عن طريق الربط بينهما بعلاقات ذات معنى حتى يسهل ربط الأشياء الموجودة بعضها ببعض، ولفهم أوسع للمفاهيم المختلفة) (حمادو، ٢٠١١).

وأيضاً قيل: (هي جدول نمط من الأشياء التي يفترض أنها توجد في ميدان الاهتمام من منظور الشخص الذي يستعمل اللغة) (بريسول، ٢٠١٠). وعند كوبر: الأنطولوجيا (تخصيص صريح للتصورات).

وعند سوارتو: (الأنطولوجيا مجموعة مصطلحات مبنية بطريقة تراتبية تم تصويرها لوصف مجال معرفي ما، والتي يمكن أن تصلح كهيكل لقاعدة معارف) (الأشهب، ٢٠١٠).

وتتكون الأنطولوجيا (انظر شكل ٢) من عناصر أساسية أهمها:

١. الموجودات والكائنات.
٢. الأنواع والفئات المصنفة والطبقات تحتها.
٣. الوظائف وتشمل (الحدث والمنفذ والمحور والأداة والمكان).
٤. السمات الدلالية للموجودات وفروعها.
٥. العلاقات الدلالية بين الموجودات وفروعها.



شكل ٢: مكونات الأنطولوجيا

ولقد أسهمت النظريات الدلالية الحديثة في خدمة الأنطولوجيا، حيث إن التصنيف السابق للعناصر تنهض به ثلاث نظريات لسانية دلالية عتيدة هي:

١- **نظرية الحقل الدلالي**: وهو: (مجموعة من الكلمات ترتبط دلالاتها بموضوع واحد وتوضع تحت لفظ عام يجمعها) (عمر، ١٩٩٨) فالحقول هي المفاتيح الرئيسة التي يستدل بها على الكلمات.

٢- **نظرية التحليل الدلالي**: وتقوم النظرية على تحليل المعنى في عدة مستويات أهمها: تحليل كلمات الحقل وبيان العلاقات الدلالية بينها، وتحليل المشترك اللفظي، وتحليل المعنى الواحد إلى عناصره التكونية المميزة (عمر، ١٩٩٨).

٣- **نظرية العلاقات الدلالية**: وهي مرتبطة بنظرية الحقول الدلالية، حيث إن معنى الكلمة لا يتحدد إلا من خلال علاقته بالمفردات التي معه في الحقل نفسه. حيث تسهم تلك النظريات في تسهل بنية الأنطولوجيا (عبد الواحد، ٢٠٠٧).

١, ٧ العلاقات الدلالية

١, ٧, ١ أولاً: التضمين الدلالي

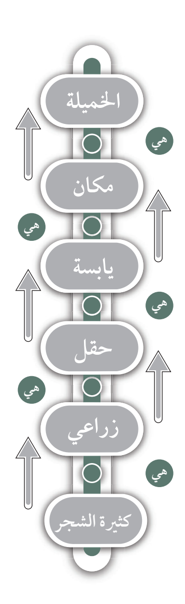
وهو من أهم علاقات المعني، بل هو العلاقة الأساسية التي تقوم عليها الأنطولوجيا.

والتضمين لغة: (من ضمن الشيء: أودعه إياه كما تودع الميت القبر، وكل شيء جعلته في وعاء فقد ضمنته إياه) (ابن منظور، ٢٠٠٣).

وقد ورد هذا المصطلح عند علماء الأصول والبلاغيين عند تعريفهم للدلالة؛ فإذا دول اللفظ على جزء ما وضع له؛ كدلالة الإنسان على الحيوان فقط أو على الناطق فقط؛ وهاتان الدلالتان في نظر الآدمي لفظتان (مجاهد، ١٩٨٥).

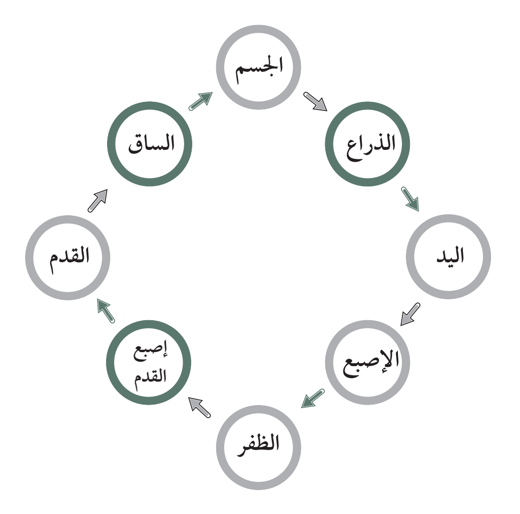
واصطلاحاً عند علماء اللغة المحدثين: هو تضمين كلمة كلمات أخرى تكون الأولى أعم والثانية أخص، والعلاقة بينهما علاقة جزء بكل (عمر، ١٩٩٨).

وتقوم علاقة التضمين على نوع (هو) فهي مثل علاقة الأب بالابن، فهذه العلاقة هي التي تجعل الأنطولوجيا تتناسل وتتوسع ومثاله: كلمة (الخميلة) في حقل الأرض (كما في شكل ٣).



شكل ٣: علاقة كلمة الخميلة في حقل الأرض

وقد يكون للمفهوم الواحد داخل الحقل أكثر من (هو) لتعدد علاقاته مثل (الإصبع) وفيه (الظفر) يقع في اليد والرجل، وشكل ٤ يوضح ذلك.



شكل ٤: تعدد علاقات الكلمة

ويسمى اللفظ المتضمن بعدة مسميات: (اللفظ الأعم) أو (الكلمة الرئيسة) أو (الكلمة الغطاء) وقد تتعد تفريعات الكلمة الرئيسة أو تتنوع فروعها فيكون تحت

الكلمة الرئيسة مجموعة من الجزيئيات المتداخلة (عمر، ١٩٩٨)، وهو ما قد نسميه (التضمين التراتبي)؛ مثل السنة فتحتها الشهر، والشهر تحته الأسبوع، والأسبوع تحته اليوم، واليوم تحته الليل والنهار، فتكون مثل السلم التراتبي.

ثم يأتي تضمين مختلف عن سابقه وهو ما قد نسميه (التضمين التابعي)؛ فالنهار أوله الفجر، ثم يتبعه الصباح، ثم يتبعه الضحى، ثم الظهر، ثم العصر، ثم المساء، فكلها أجزاء من النهار تتابع في تسلسل زمني مطرد، وبذلك يختلف التتابع عن التراتب في بنية الأنطولوجيا، وبهذا تعد الكلمة الفرع كماً جزئيا من المعنى الأساسي للكلمة الرئيسة.

فالكلمة العامة هي الاسم المتضمن أو المصطلح الفوقي، أما الكلمة الخاصة فتسمى (المصطلح الفرعي)، وتسمى البنية الهرمية للاسم الضمني والأسماء المتضمنة بـ(التصنيف الهرمي)، وهنا يلعب التضمين دوره في وضع تعاريف الأشياء وتحديد مفاهيمها، ومن ثم مصطلحاتها، ولهذا يكتسب التضمين مكانته في تشجير الكلمات وتفريعها (كروس، ٢٠١٤، جيرارتس، ١٤٣٤).

١, ٧, ٢ ثانياً: الترادف

وهو لغة: من ردف، والرِّدف: الراكب خلف الراكب، وكل ما تبع الشيء فهو ردفه، والترادف من التفاعل وزن يدل على المفاعلة بين طرفين، وهما اللفظان اللذان تواردان على المعنى (الزبيدي، ١٣٨٩).

واصطلاحاً: (هي الألفاظ المفردة الدالة على شيء واحد باعتبار واحد) (السيوطي، ١٤١٨)، فهو من تعدد الدوال، وعرفه بالمر: (الترادف مصطلح مستعمل للإشارة إلى التساوي الدلالي بين بعض الألفاظ ... لأنها تدل على معنى واحد) (بالمر، ١٩٩٧).

والترادف التام لا يقع في اللغة إلا نادراً فأغلب ما قيل فيه إنه ترادف إنما هو في حقيقته شبه ترادف.

شروط وقوع الترادف

١. اتفاق معنى الكلمتين في المعنى مثل (نفس ونسمة)، و(المجلس والمحفل)، و(السرور والحبور).
٢. وقوعهما في زمن واحد فلو وقعت إحدى المفردتين في زمن والأخرى في زمن آخر فليس من الترادف في شيء إلا في حال تزامن استخدامهما معاً مثل: (حسام ومهند).

٣. وقوعهما في بيئة لغوية واحدة، فلو وقع أحد اللفظين في بيئة والآخر في بيئة أخرى لما صح الترادف إلا إذا دخل أحدهما بيئة الآخر ووقع استخدامهما معا، وقع الترادف فيهما.

٤. ألا يكون أحد اللفظين أصلا والآخر إبدالاً صوتياً من الآخر مثل (الصقر والسقر والزقر).

ويخلط كثير من الناس بين الترادف وشبه الترادف؛ كما في (السنة والعام والحول) فهذه أشباه مترادفات وليست مترادفات تامة؛ والسبب أن بينها فروق دقيقة في الدلالة.

أسباب نشأة الترادف

١. التغيرات الصوتية: الإبدال والقلب والمماثلة والمخالفة. مثل (لازم ولازب) و(صاعقة وصاقعة).

٢. التغيرات اللهجية: (دفن وأدفأ عند هذيل).

٣. الاقتراض من اللغات الأخرى مثل (حاسوب وكمبيوتر) (جوال وموبيل).

٤. تداخل اللهجات.

٥. أصل الوضع اللغوي (عمر، ١٩٩٨، عبد الجليل، ١٤٢٦).

ويعد شبه الترادف من العلاقات الدلالية الكبرى في الحقل الدلالي لذا يأخذ مكانته في شبكة الأنطولوجيا خصوصا عند اللفظ العام ومجموعة ما تحته من المفردات التي تتميز فيما بينها بفروق طفيفة مما يوهم بوقوع الترادف، أو يقع فيها فعلا، ولكن لاحقا بسبب اللبس الدلالي واتساع اللغة وميلها إلى التعميم -وهذه سمة من السمات التي تنبئ بضعف اللغة- فقد يعتقد بَعضُنَا مثلا أن (صحراء)، و(فيحاء)، و(مفازة)، و(مجهل)، و(فلاة) كلها مترادفات، والصواب أن بينها فروق دلالية فاللفظ الغطاء أو الرئيس هو (صحراء)، والباقي أسماء لها بفروق متعددة؛ فإن كانت صحراء واسعة فهي (فيحاء)، وإن كانت فضاء لا أعلام فيها فهي (مجهل)، وإن كانت ذات ذئاب فهي (مفازة)، وإن كانت مقفرة فهي (فلاة)، وهنا تبدو قيمة الأنطولوجيا في ترصد تشقيق المعنى الأصيل أو العام إلى معان فرعية دقيقة.



شكل ٥: كلمة صحراء وكلماتها المترادفة

وقد يقع الترادف تاماً ويترك الاسم الأصيل إلى مرادف غير أصيل، كما في (الطريق) فهو اسم أصيل وقد يترك في بعض اللهجات المحلية ويسمى بـ (السكة) فتصبح عندهم هي الاسم المفضل، لذا فعندما يشيع الترادف في الحقل فله أسبابه، لعل أهمها اختلاف اللهجات كما في (كنيف، ودورة مياه، ومرحاض) أو بسبب الاقتراض اللغوي كما في (جوال، موبيل) أو يكون أحدهما أكثر رقيا واستحساناً كما في (كنيف - حمام) أو يكون أحدهما ميتا والآخر حيا كما في (الخليج الفارسي) و(الخليج العربي) (الحلوة، ٢٠١٢).

١, ٧, ٣ ثالثاً: التضاد (التقابل)

التقابل لغة: (من المقابلة وهي: المواجهة والتقابل مثله. وقابل الشيء: عارضه) (ابن منظور، ٢٠٠٣).

التقابل عند القدماء: (الجمع بين الشيء وضده؛ مثل الجمع بين البياض والسواد، والليل والنهار، والحر والبرد) (العسكري، ١٩٨٩).

والتقابل مفهوما يعني: تعاكس الدلالة، وهو ظاهرة لغوية منظمة وطبيعية وتحدث في جل اللغات بل تكاد أن تكون من الكليات اللغوية.

هو علاقة منطقية عقلية لغوية، ومن أكبر العلاقات الدلالية أهمية وشيوعاً في اللغة العربية عامة والقرآن الكريم خاصة.

وقسمه جون لاينز إلى ثلاثة أنواع هي:

١. **التقابل المتباين:** وهو علاقة تعتمد على نفي أحد المتقابلين يتضمن تأكيد الآخر والعكس صحيح، كما أنه غير قابل للوصف أو التدرج ومثاله: (أعزب/ متزوج) و(ذكر/ أنثى).

٢. **التقابل المتخالف:** وهو علاقة تعتمد على أن نفي أحد المتقابلين لا يعني إثبات الآخر، وهذا النوع من التقابل قابل للتدرج ومثاله: (صغير/ كبير) و(قصير/ طويل).

٣. **التقابل المتعاكس:** وهو علاقة تعتمد على أن أحد المتقابلين لا يتصور دون الآخر ولا يقوم إلا به مثل: (باع/ اشترى) و(فوق/ تحت) (لاينز، ١٩٨٧).

ويعد التقابل الدلالي من العلاقات المهمة في الأنطولوجيا، حيث تبدو براعة اللغة في زوي طرفي المعني كما في (السماء والأرض)، و(الجبل والخندق)، و(القمة والسفح)، و(اليمين واليسار)، و(الشمال والجنوب)، هذا النوع من العلاقات يجعل الحقل الدلالي في حركة دلالية متناقضة تثير المعنى وتثريه معاً (الحلوة، ٢٠٠٨، المالكي، ١٤٣٤).

١ ,٧ ,٤ رابعاً: المشترك اللفظي

وحدُّه عند اللغويين: (اللفظ الواحد الدال على معنيين مختلفين فأكثر دلالة على السواء عند أهل اللغة) (السيوطي، ١٤١٨هـ).

ويخضع المشترك اللفظي لقوانين التغير اللغوي حيث يتغير اللفظ بسبب عوامل عدة أهمها:

أولاً: علاقة المجاورة:

قد تكون مكانية كما في لفظ (ضغينة) وهي في الأصل المرأة التي في الهودج ثم انتقل اللفظ إلى (الهودج) نفسه، ثم سمي به البعير الذي عليه الهودج.

أو زمانية كما في (العقيقة) وهي في الأصل (الشعر الذي يكون على رأس المولد حين ولادته) ثم انتقل إلى الذبيحة التي تنحر عند عق (حلق) شعر المولود.

ثانياً: علاقة المشابهة:

ومنها تحول معنى (المجد) ويدل على امتلاء بطن الدابة من العلف، إلى الامتلاء بالكرم.
وقد لا تكون هناك أدنى حد من المشابهة بين معاني المشترك مثل الأرض التي من معانيها الزكام والرعد.

ثالثا: التخصيص:

وأكثر ما يقع في الألفاظ الإسلامية، حيث كانت ألفاظاً عامة ثم خصصت بعد الإسلام كالصلاة والحج، والمؤمن والكافر.
ويقول أبو علي الفارسي: (اتفاق اللفظين واختلاف المعنيين ينبغي ألا يكون قصداً في الوضع ولا أصلاً؛ ولكنه لغات تداخلت، أو أن تكون كل لفظة تستعمل بمعنى ثم يستعار لشيء فتكثر وتغلب فتصير بمنزلة الأصل) (ابن سيده، ١٣٢٨) .

أسباب نشأة المشترك اللفظي

أولاً: الأسباب الداخلية وأهمها:

١. القلب المكاني كما في: (جذب) و(جبذ) و(خاط) و(خطا).
٢. التغير الدلالي بسبب المجاز أو الاستعارة كما في كلمة (العين) و(المنافق).

ثانياً: الأسباب الخارجية وأهمها:

١. اختلاف اللهجات: كما في (الضنا) وهو المرض، وعند طئ تعني (الطفل).
٢. الاقتراض اللغوي: ومنه كلمة (السور) فهي الحائط في العربية، وفي الفارسية (الضيافة) وقد اقترضت بهذا المعنى في العربية؛ ومنه حديث الرسول صلى الله عليه وسلم (قوموا فقد صنع جابر سورًا) أي صنع طعامًا للضيافة، فوقع فيها المشترك.

ولقد أخذ المشترك اللفظي حقه من الدراسة والاهتمام فوجدوا أن ما يسمى مشتركاً ينقسم إلى قسمين: أ- تعدد المعنى. وب-المشترك اللفظي.

٣. التطور الصوتي كما في (مرد) و(مرث) فهما في المعجم بمعنى واحد؛ فالأولى بدل من الثانية. (بالمر، ١٩٩٧، عمر، ١٩٩٨).

وقد يقع المشترك اللفظي داخل الحقل الدلالي فيحدث تعدد المعنى، فمنه في حقل المكان كلمة (البرج) فهي برج الحمام وعشه، ويطلق على الحصن.

وقد يقع المشترك بسبب عموم اللفظة التي تطوف داخل الحقل في مجالات عديدة مثل (القاعة) فهي عامة يحددها المصاحب لها أو السياق اللفظي أو المعنوي كما في (قاعة المحكمة، وقاعة المحاضرات، وقاعة المناسبات).

وقد يتسع المدى لمفردة وتتجاوز حقلها فتطوف في حقول أخرى مثل (قاعدة) فهي لفظ مكان فقاعدة الشيء: (أساسه) ثم عممت عن طريق الكناية والمجاز وأصبحت مفردة أصيلة في مجال العلوم والمنطق.

١,٨ خاتمة

مما سبق نجد أن الأنطولوجيا هي شق مهم من علم الدلالة، وهو علم بدأ يأخذ مكانته حديثا لارتباطه بهندسة المعرفة والتدبير الدلالي الحاسوبي، ولن يؤتي ثماره إلا بما تطرحه الدراسات اللسانية في شرح مفهوم الدلالة وفك غموض المعنى، وهذا جعل الدراسات الدلالية تنشئ فرقا شتى كل فريق له منبعه ومسلكه؛ وما ذلك إلا لتعقب المعنى والوصول إلى حل غموضه وبيان أصوله؛ لذا تواطأت الدراسات اللغوية مع علم النفس وعلم الإدراك وعلم الاجتماع للوصول إلى معادلة مرضية في شرح الدلالة.

ولقد أثمرت تلك الجهود بأن بزغت تصورات جديدة في المعنى بعضها نجح أن يتشكل في نظرية وبعضها لم يستقر بعد، لذا يأتي دور الأنطولوجيا في شرح بنية اللغة بقدرتها على تفتيت اللفظ إلى ذراته الدلالية والوصول إلى نواته ثم إعادة تجميعه مرة أخرى وإخضاعه لهندسة المعرفة، هذه العملية الدقيقة في اللغة ستفتح للدرس اللغوي آفاقاً جديدة تتيح فلسفتها، وستتيح إعادة طرح تعليم اللغة وتعلمها بصورة جديدة أيسر وأسهل مما هو مطروح حالياً.

وهنا تكمن قيمة الأنطولوجيا بكل أشكالها، فالدلالة هي قلبها النابض وأي فتوحات جديدة في فهمها هو فتح لها، وسيمنح ذلك اللسانيات الحاسوبية فرصة أكبر في خدمة الشبكة الدلالية والمحتوى اللغوي حاسوبياً؛ مما سييسر تقانة اللغات التي أصبحت مقياساً لحضارة الأمم وتقدمها وبقائها.

ختاماً، لقد نجحت الأنطولوجيا في عدد من اللغات وأثبتت كفاءتها، وهذا ما ستثبته الفصول القادمة الذي تستعرض عدداً من نماذج الأنطولوجيا المختلفة في اللغات الأخرى والتي نتمنى أن تكون مصدراً لإثراء الأنطولوجيا العربية وفتحاً عليها.

١ ,٩ المراجع

المراجع العربية

استيته، سمير (٢٠٠٨) اللسانيات (المجال والوظيفة والمنهج)، إربد، عالم الكتَاب الحديث.

بالمر، فرانك (١٩٩٧) علم الدلالة، ترجمة د.خالد جمعة، الكويت، مكتبة دار العروبة.

تودوروف وآخرون (٢٠٠٠) المرجع والدلالة في الفكر اللساني الحديث، ترجمة عبد القادر فيني، المغرب، أفريقيا الشرق.

جبل، محمد حسن (٢٠٠٩) المعنى اللغوي، القاهرة، مكتبة الآداب.

ابن جني، الخصائص (١٩٧٥) تحقيق د.محمد النجار، القاهرة، دار الكتب المصرية.

الجوهري، الصحاح (١٣٧٦) تحقيق د.أحمد عبدالغفور عطار، القاهرة، عالم الكتاب العربي.

جيرارتس، ديرك (١٤٣٤) نظريات علم الدلالة المعجمي، ترجمة فريق كرسي بحث صحيفة الجزيرة، القاهرة، الدار الأكاديمية الحديثة.

الحلوة، نوال بنت إبراهيم (٢٠١٢) أنطولوجيا الأرض (دراسة لغوية حاسوبية) القاهرة، مجلة علوم اللغةـ المجلد ١٤، العدد ٣/ ٥٥ .

الحلوة، نوال بنت إبراهيم (٢٠٠٨) التقابل الدلالي دراسة تطبيقية في سورة النساء، مجلة علوم اللغة، القاهرة.

حمادو وآخرون (٢٠١١) بناء الشبكات الدلالية والانتولوجيا العربية، ورشة عمل ألسكو.

خطابي، محمد (٢٠١٦) المصطلح والمفهوم والمعجم المختص، عمان، دار كنوز المعرفة.

الخولي، محمد (١٩٨٢) معجم علم اللغة النظري، بيروت، مكتبة لبنان.

الزبيدي (١٣٨٩) تاج العروس، الكويت، وزارة الأوقاف.

سعد، محمد (٢٠٠٢) علم الدلالة، القاهرة، مكتبة زهراء الشرق.

ابن سيده (١٣٢٨) المخصص، القاهرة، مطبعة بولاق.

السيوطي (١٤١٨) المزهر في علوم اللغة وأنواعها، تحقيق فؤاد علي منصور، بيروت، دار الكتب العلمية .

الشاطبي (١٣٤١) الموافقات في أصول الأحكام، مصر، المطبعة السلفية .

عبدالجليل، عبدالقادر (١٤٢٦) المعجم الوصفي لمباحث علم الدلالة،عمان، دار صفا.

عبدالواحد، عبدالحميد (٢٠٠٧) الكلمة في اللسانيات الحديثة، تونس، صفاقس، كلية الآداب والعلوم الإنسانية بصفاقس .

العسكري أبو هلال (م١٩٨٩) كتاب الصناعيتين، تحقيق مفيد قمحية، بيروت، دار الكتب العلمية.

عمر، أحمد مختار (١٩٩٨) علم الدلالة، القاهرة، عالم الكتب.

عمر، أحمد مختار، صناعة المعجم الحديث، (١٤١٨) القاهرة، دار عالم الكتب.

غاليم محمد وعبدالرزاق تواربي (٢٠١٠) الهندسة المعرفية والتدبير الحاسوبي في المصطلح المولد، الرباط، منشورات معهد الدراسات والأبحاث والتعريب جامعة محمد الخامس.

ابن فارس (١٣٦٩) مقاييس اللغة، تحقيق عبدالسلام هارون، القاهرة، دار إحياء التراث.

كروس (٢٠١٤) علم الدلالة المعجمي، ترجمة عبدالقادر فيني، المغرب، أفريقيا الشرق.

لوبنر، سبستيان (٢٠١٠) علم الدلالة، ترجمة سعيد بحيري، القاهرة، مكتبة زهراء الشرق.

لاينز، جون (١٩٨٧) اللغة والمعنى والسياق، ترجمة عباس صادق الوهاب، بغداد، دار الشؤون الثقافية.

المالكي، رائدة (١٤٣٤) التقابل الدلالي في صحيح البخاري، رسالة دكتوراه، جامعة الأميرة نورة، قسم اللغة العربية.

مجاهد، عبدالكريم (1985) الدلالة اللغوية عند العرب، الأردن، عمان، دار الضياء للنشر والتوزيع.

ابن منظور (١٤١٤) لسان العرب، بيروت، دار صادر.

■■■

الفصل الثاني
هندسة الأنطولوجيا

د. عريب بنت عبدالله العويشق

٢,١ تمهيد

في الفصل السابق استعرضنا مفهوم علم الدلالة وكيف أوجد لإزالة اللبس في المعنى وتقنينه، وكيف تعتبر الأنطولوجيا أداة مناسبة لتوصيف المعنى.

ولعلك تتساءل الآن: كيف تُبنى الأنطولوجيا؟ وما هي الأدوات التي تعين على ذلك؟

إن مجال بناء الأنطولوجيا علم له أصول وهذا العلم يسمى بـ «هندسة الأنطولوجيا».

في هذا الفصل سنستعرض مفهوم الأنطولوجيا وكيفية بنائها من منظور حاسوبي، وسنتطرق للموضوعات التالية: المقصود بهندسة الأنطولوجيا وتاريخها، وأنواع الأنطولوجيا وأساليب بنائها ومكوناتها والأدوات المعينة لتمثيلها حاسوبيا.

٢,٢ مفهوم هندسة الأنطولوجيا

تعرّف الهندسة التطبيقية بشكل عام وفي أي مجال: بفن الإفادة من المبادئ والأصول العلمية في بناء الأشياء وتنظيمها وتقويمها (المعجم الوجيز ص٦٥٤). فالمهندس ينصب عمله في الموازنة بين الأصول العلمية لبناء الأشياء وقيود تطبيقها على الواقع وما يتطلبه ذلك من تكلفة ووقت، فكما سترون في هذا الفصل هناك قواعد علمية لبناء الأنطولوجيا قد يتم تجاوزها فلا تطبق بحذافيرها وتستبدل بحلول واقعية تحل المشكلات الآنية.

والأنطولوجيا في مجال الحوسبة وعلم المعلومات تحدد وتعرف بأنها: مجموعة من عناصر التمثيل الأولية التي يمكن من خلالها بناء نماذج لمجال معرفي أو مصطلحات علمية. وعناصر التمثيل الأولية هذه عادةً ما تكون أصناف (أو مجموعات)، وخصائص (أو سمات)، وعلاقات (أو صلات بين المصنفات)، وهدفها هو بناء مرجع رقمي موحد للمصطلحات والمفاهيم والعلاقات في مجال معين، ليتم استخدامها في تبادل ونشر المعلومات حول المفاهيم وهيكلتها بين المختصين، أو في البرامج الحاسوبية وتوضيح الافتراضات الضمنية وبيانها بجلاء لإزالة اللبس في المفاهيم.

وقد بدأ الاهتمام الحاسوبي بالأنطولوجيا نتيجة لجهود الباحثين الأوائل في مجال الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence)، فقد أدركوا فائدتها في تجريد الواقع وتمثيله حاسوبياً، ومن ثم تفعيل المنطق الرياضي لاستنتاج حقائق ضمنية ومعلومات جديدة لبناء قواعد معرفية حاسوبية (Knowledge bases) وأتمتة التفكير الاستقرائي المنطقي.

وقد شاع مصطلح الأنطولوجيا في أوساط مجتمع الذكاء الاصطناعي في الثمانينات الميلادية من القرن الماضي ليعني شيئين:

المعنى الأول: تمثيل نظري للعالم، **والمعنى الثاني**: هو أحد مكونات القاعدة المعرفية. وفي التسعينات بدأت جهودهم لتوحيد طرق ولغات تمثيل الأنطولوجيا ووضع معايير لها، وهدفهم من ذلك هو نشر استخدامها على نطاق واسع لأن أهمية الأنطولوجيا تزداد كلما ازداد عدد مستخدميها، مثلها مثل اللغة تماماً، كلما ازداد عدد الناطقين بها، ازدادت أهميتها وانتشارها.

وقد تضافرت جهود عدة لتعريف لغة حاسوبية خاصة للأنطولوجيا تدعى (OWL) Ontology Web Language (لغة الأنطولوجيا الشبكية) وهي اللغة المستخدمة حالياً على نطاق واسع، وقد شاعت هذه اللغة مع شيوع مشاريع الويب الدلالي (Semantic Web) وتطبيقاتها، التي كان طموحها ترميز البيانات في الشبكة العنكبوتية في صيغة موحدة تسمح باستخدامها كقاعدة معرفية حاسوبية، تمكننا من استنتاج معلومات ضمنية أو جديدة عن طريق الاستقراء المنطقي.

وقد وظفت العلوم المختلفة الأنطولوجيا بمفهومها الحاسوبي لتمثيل المصطلحات

والمفاهيم الخاصة بها وخصائصها والعلاقات بينها، ففي الطب مثلاً استخدمت لتوصيف الأمراض والأدوية، وفي الأحياء لتوصيف الجينات، وفي الكيمياء لتوصيف المركبات، وفي علم المكتبات لتوصيف المؤلفات، وفي اللغويات لتوصيف الكلمات، وكذلك في كل علم أو تطبيق يحتاج إلى توصيف المفاهيم والعلاقات بينها بشكل واضح ودقيق ومقنن، فإنك ستجد الأنطولوجيا حلاً مناسباً لها.

وفي الفصل الثالث من هذا الكتاب سنتطرق بشيء من التفصيل لأمثلة متنوعة عن استخدام الأنطولوجيا باللغة العربية في المجالات المختلفة.

٢,٣ تصنيف الأنطولوجيا حسب شموليتها ونطاقها

تختلف الأنطولوجيا حسب نطاقها وشموليتها والتفاصيل التي تغطيها، وقد صنفها روسي وآخرون كالتالي (روسي وآخرون 2011، Roussey et. al):

١-الأنطولوجيا التأسيسية أو العليا (Foundational Ontology / Top Level Ontology)

وهي أنطولوجيا عامة، يمكن استخدامها في عدة مجالات، مهمتها هي تعريف مفاهيم أساسية مثل: الشيء، والعلاقات، والحدث، والإجراء، وغيرها من المفاهيم الموجودة في كل مجال. ولا تعتبر الأنطولوجيا العليا نموذجاً لمجال معين ولكن نموذج للنموذج أو ما فوق النموذج (Meta-Model) إن صح التعبير، ومن أمثلتها:

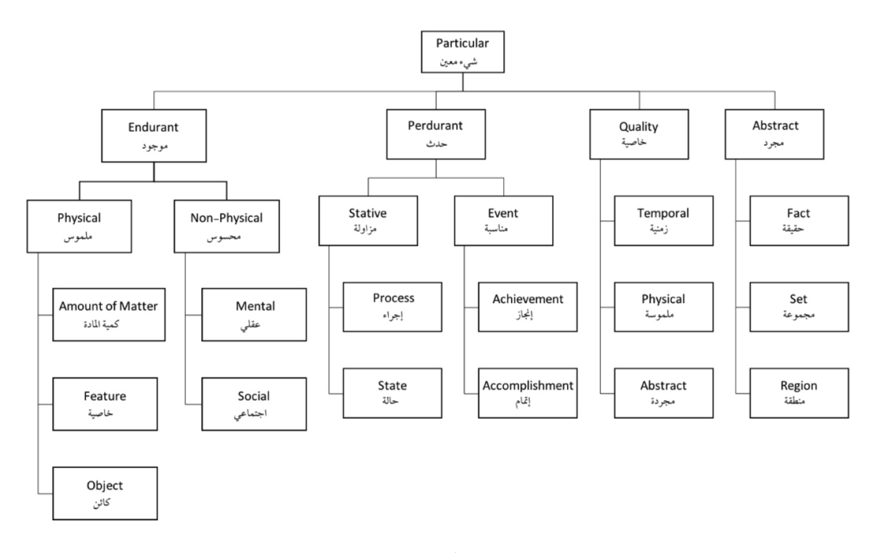
-أنطولوجيا دولتشي (DOLCE) (كما في شكل ١) هي اختصار لـ (Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering) وهي الأنطولوجيا التوصيفية للهندسة اللغوية والمعرفية، وتحتوي دولتشي على صنف أساسي وهو صنف (Particulars) (الأشياء المعينة) يندرج تحته أربعة أصناف؛ هي: صنف (Endurant) ويقصد به صنف الموجودات، وصنف (Perdurant) ويقصد به صنف الأحداث، وصنف (Quality) أي الخواص، وكذلك صنف (Abstract) أي المجردات.

وصنف الموجودات أو الموجود (Endurant) يعني الشيء المادي أو المعنوي الذي يكون موجوداً بأكمله بغض النظر عن الزمن، فلو أوقفنا الزمن لاستطعنا استيعابه كاملاً، فالإنسان، والكتاب، والمنظمة، والمجتمع كلها أمثلة على موجودات.

وصنف الأحداث أو الحدث (Perdurant) يعني الشيء الذي لا يتواجد سوى جزء منه عند إيقاف الزمن ولا يمكن تمييزه بشكل كامل إلا من خلال تتبع الزمن، مثل الإجراء، والجري، والتفكير وغيرها.

أما صنف الخواص أو الخاصية (Quality) فهي تمثل الخواص للموجودات والأحداث.

وصنف المجردات (Abstract) تمثل الأمور المجردة مثل الزمن والمساحة.

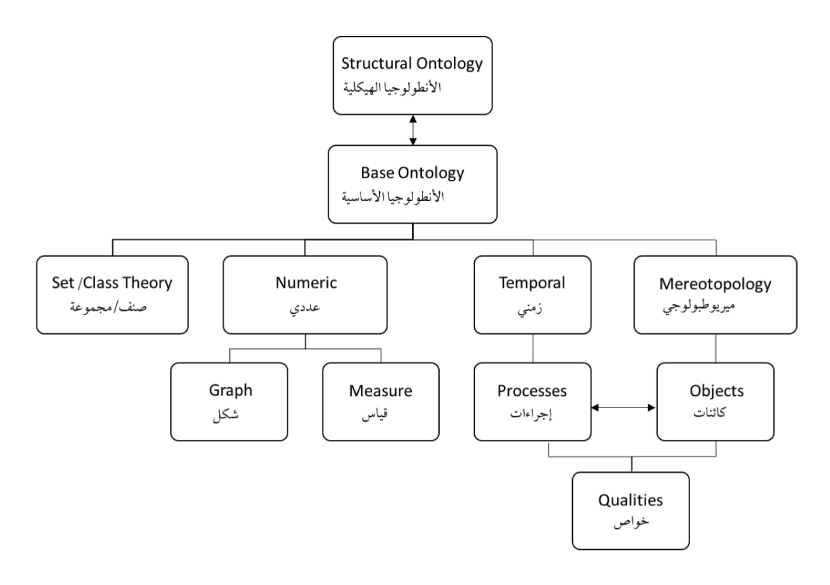


شكل ١ : رسم توضيحي لأنطولوجيا دولتشي (DOLCE)

ولمزيد من المعلومات حول أنطولوجيا دولتشي يمكنك الرجوع إلى غنيمي وآخرون (غنيمي وآخرون 2003، Gangemi et. al).

مثال آخر على الأنطولوجيا العليا هي أنطولوجيا سومو (SUMO) (كما في شكل ٢) وهي اختصار لـ (Suggested Upper Merged Ontology) أي الأنطولوجيا المقترحة المدمجة العليا (بيز وآخرون 2002، Pease et. al).

والهدف من سومو هو الاستفادة من الأنطولوجيا الموجودة ووصل مفاهيمها وعلاقاتها ببعضها، وأعلى مفهوم أو صنف فيها والذي ينبثق منه جميع الأصناف هو الكيان (entity) والذي ينقسم إلى صنفين مادي (physical) و مجرد (abstract).

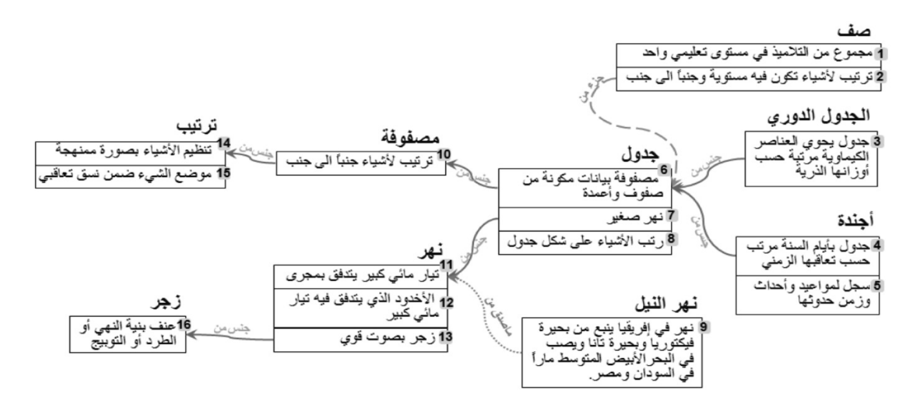


شكل ٢ : رسم توضيحي لمكونات أنطولوجيا سومو (SUMO)

٢- الأنطولوجيا العامة (General Ontology)

الأنطولوجيا العامة تصف معلومات عامة في مجالات ضخمة ومن أمثلتها OpenCyc (لينات ،1995 Lenat) التي تحوي على مئات الآلاف من المصطلحات والمفاهيم.

ويمكن اعتبار أنطولوجيا اللغة العربية التي بدأها (جرار ،Jarrar 2011) (كما سيرد ذكرها في الفصل التالي) في حال اكتمالها أنطولوجيا عامة فهدفها التوصيف اللغوي للمفاهيم وستكون شاملة لعشرات الآلاف من المصطلحات (انظر شكل ٣).



شكل ٣ : رسم توضيحي لمثال في الأنطولوجيا العربية (جرار ، 2011 Jarrar)

٣- أنطولوجيا المرجعية الأساسية (Core-Reference Ontology)

هدفها تقنين وتوصيف مصطلحات ترتبط بمجال معين، واحتواء وجهات النظر المتخلفة حول هذا المجال بهدف توضيح التشابه والاختلاف بينها. وتبنى عادة بدمج عدد من الأنطولوجيا المتعلقة بالمجال لتحديد المفاهيم الأساسية المشتركة.

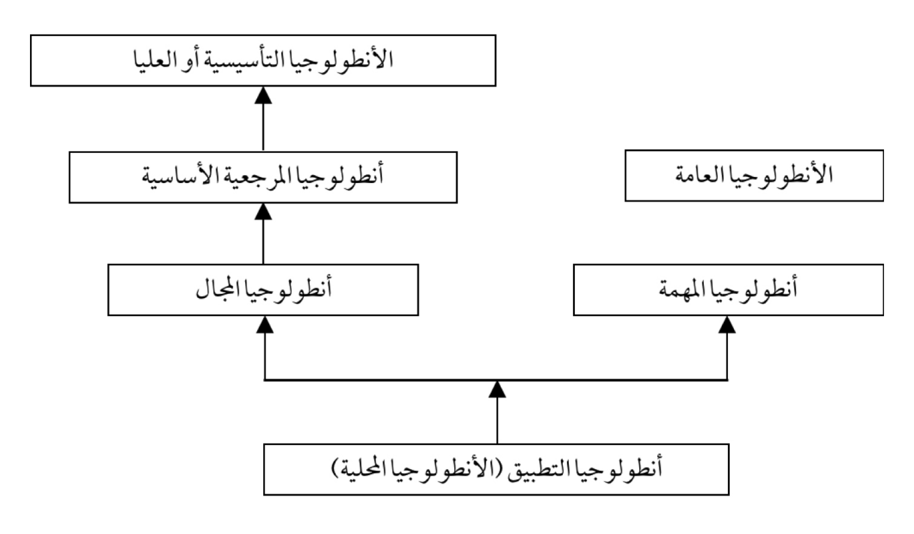
٤- الأنطولوجيا المخصصة بمجال معين (أنطولوجيا المجال) (Domain Ontology)

هي أنطولوجيا مختصة بمجال معين وتوصف مفاهيمه من منظور واحد، ويكون نطاق استخدامها محدوداً بالخبراء أو المهتمين في هذا المجال. ومن الأمثلة على ذلك أنطولوجيا القرآن الكريم (Quran Ontology) (ديوكس و حبش ،2010 Dukes & Habash) وتتضمن أنطولوجيا القرآن الكريم أهم المصطلحات والمفاهيم الواردة في القرآن الكريم والأحاديث النبوية وكذلك تفسير ابن كثير وتصف علاقة تلك المصطلحات ببعضها.

٥- الأنطولوجيا المخصصة لتطبيق معين (أنطولوجيا التطبيق) أو الأنطولوجيا المحلية (Application Local Ontology) وأنطولوجيا المهمة (Task Ontology)

وتعتبر تخصيصاً لأنطولوجيا المجال، وهدفها هو توصيف وتوثيق المفاهيم المختصة بتطبيق معين من وجهة نظر معينة وليس الغرض منها مشاركة المفاهيم. وكذلك أنطولوجيا المهمة هدفها توصيف المفاهيم المتعلقة بإنجاز مهمة معينة.

ويوضح شكل ٤ علاقة التصنيفات السابقة لأنواع الأنطولوجيا حسب شموليتها ونطاقها.



شكل ٤ : تصنيف الأنطولوجيا حسب شموليتها ونطاقها

٢, ٤ مبادئ وأساليب بناء الأنطولوجيا

كما ذكرنا من قبل فإن هندسة الأنطولوجيا علم له مبادئ، والتقيد بها يضمن الحصول على أنطولوجيا تقل فيها الأخطاء ويتداولها المختصون على نطاق واسع، وفيما يلي أهم المبادئ والأساليب لبناء الأنطولوجيا.

٢, ٤, ١ مبادئ بناء الأنطولوجيا

- **الوضوح Clarity**

فلا بد أن تحدد الفروقات بين الأصناف بدقة، بحيث يقل الغموض قدر الإمكان، كما يجب أن تتوفر بها شروحات وأمثلة كافية لفهم الأصناف والعلاقات بينها.

- **الاتساق Coherence**

فمن أهم مزايا الأنطولوجيا هو تحديد المفاهيم بحيث تكون متسقة منطقياً، لذا لا بد من التأكد أثناء بنائها أنها كذلك بحيث لا يستنتج منها معلومات خاطئة.

- **التمددية أو قابلية التوسع Extensibility**

بُعد النظر مهم عند بناء الأنطولوجيا، وذلك باستشراف الاستخدامات المستقبلية

للأنطولوجيا، فعند بنائها لابد من الموازنة بين التخصيص والتعميم، فتكون الأنطولوجيا مخصصة بالقدر الكافي لخدمة الغرض الحالي، بحيث لا تحد إمكانية مدها وتوسعتها لخدمة أغراض أخرى في المستقبل.

٢, ٤, ٢ أساليب بناء الأنطولوجيا

إن تصور المفاهيم عند بناء الأنطولوجيا له أساليب مختلفة، ويمكن تصنيف هذه الأساليب بحسب اتجاه التصنيف، أو بحسب مصدر المعلومات وفيما يلي توصيف ذلك:

- **طرق البناء حسب اتجاه التصنيف (جاندون 2002، Gandon):**

  - **الأسفل للأعلى (Bottom-up):**

وتبدأ العملية فيها من الأصناف (Classes) البالغة التخصيص ويتم تعميمها ودمج المتشابه منها تحت أصناف أعم، وتكرار ذلك حتى تكتمل الأنطولوجيا.

  - **الأعلى للأسفل (Top-Bottom):**

وتبدأ العملية فيها بالعكس فتحدد الأصناف العامة أولاً ويتم تخصيصها أكثر فأكثر حتى تشمل كل الأصناف.

  - **الوسط للأطراف (Middle- Out):**

وتبدأ العملية فيها من الأصناف المهمة للمجال المراد توصيفه، ومن ثم تعمم وتخصص لإكمال الأنطولوجيا.

- **طرق البناء حسب المصدر (روسي وآخرون 2011 ، Roussey et. al):**

  - **النص كمصدر:**

فالنصوص من منظور حاسوبي هو سرد لكلمات ليس بينها علاقة ما لم توضح تلك العلاقات صراحة حاسوبياً، أو يتم تعليم الحاسوب طرق استنباطها، ولذا تستخدم أساليب معالجة اللغة الطبيعية لاستنباط العلاقات بين المفاهيم والأصناف الموجودة في النصوص، وبذلك يمكن إنشاء أنطولوجيا منها.

◦ القواميس وموسوعات المفردات كمصادر:

وهذه مناسبة لاستخلاص الأصناف وبناء أنطولوجيا مبدئية يمكن تطويرها بإضافة العلاقات بينها.

◦ قواعد البيانات كمصادر:

فقواعد البيانات مصدر قيم لبناء الأنطولوجيا، وذلك لأنها أنشئت على أسس منطقية، وبالتالي يمكن الاستفادة من هيكل قاعدة البيانات لإنشاء الأصناف والعلاقات والسمات، ومن بيانات القاعدة في إنشاء الأفراد.

٢, ٥ مكونات الأنطولوجيا ولغاتها وأدوات بنائها

تتكون الأنطولوجيا من أنواع مختلفة من العناصر، وهنا سنستعرض هذه العناصر مع إعطاء أمثلة على كل منها وكذلك لغات كتابتها وأدوات بنائها.

٢, ٥, ١ مكونات الأنطولوجيا

أ- الأصناف (Classes/Entities): الصنف في الأنطولوجيا يمثل نوعاً أو فئة، فلو أردنا تمثيل منسوبي الجامعات في أنطولوجيا، سيكون الصنف الأساسي الذي تندرج تحته بقية الأصناف هو صنف «منسوب الجامعة»، ويندرج تحته ثلاثة أصناف وهي «عضو هيئة تدريس» و»موظف» و»طالب». وهذه الأصناف تنقسم إلى أصناف أخرى كما في شكل (٥).

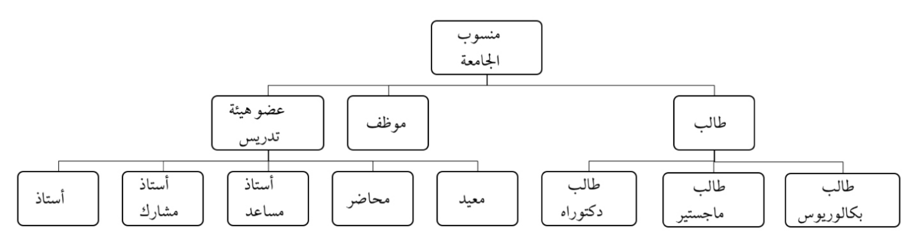
ب- الأفراد (Individuals): هو فرد من صنف معين، فمثلاً الطالبة (نورة الأحمد) تعتبر فردا من الصنف «طالب بكالوريوس»، وبالتالي هي فرد من أفراد الصنف «طالب» وذلك يقتضي أنها فرد من «منسوبي الجامعة»، في بعض الأحوال يكون الفرد ينتمي إلى صنفين، فلنفترض أن (صالح المحمد) موظف في الجامعة، لكنه يكمل دراسته العليا فيها، فسيكون طالباً أيضاً.

ج- **العلاقات** (Relations): هي علاقات تربط الأفراد ببعضها وتعرف العلاقات بين الأصناف وتستخدم في توصيف الأفراد، ففي المثال السابق توجد علاقة (يرأس)، وهي تربط المنسوبين بمرؤوسيهم، وكذلك علاقة (يدرس)، فهي تربط عضو هيئة التدريس بالطالب.

د- **السمات** (Properties): هي سمات تصف الأفراد، فمنسوب الجامعة له اسم، ورقم وظيفي، ومرتب وغيرها من السمات.

هـ- **الشروط** (Axioms): تقنن الشروط الأصناف أو العلاقات وتوضح القيود التي تحكمها.

وتعتبر التعليقات كذلك من المكونات الأخرى للأنطولوجيا، ولكنها لا تستخدم لتمثيل المفاهيم نفسها وإنما لشرحها وتوضيحها للقراء.



شكل ٥: أنطولوجيا منسوب الجامعة

٢,٥,٢ لغات كتابة الأنطولوجيا

إن اللغة الحاسوبية الشائعة حالياً هي لغة الأنطولوجيا الشبكية (OWL)، وهي لغة لها أسس منطقية تمكن من أتمتة الاستقراء المنطقي (Inductive reasoning). ولها كذلك ترميز يتوافق مع اللغات الحاسوبية التوصيفية (Markup Languages)، مما يسهل تناقلها واستخدام البرامج الحاسوبية الموجودة للتعامل معها.

وقد سبقت لغة الأنطولوجيا الشبكية عدة لغات حاسوبية تطورت منها، ففي التسعينات الميلادية كانت هناك لغة شو (SHOE) اختصار (Simple HTML Ontology Extension) وتعني لغة الأنطولوجيا البسيطة. ومن ثم لغة أويل (OIL) (Ontology Interchange Language) وتعني لغة تبادل الأنطولوجيا.

وفي عام ٢٠٠٠ مولت وكالة مشاريع البحوث المتطورة الدفاعية الأمريكية «داربا» (DARPA) إنشاء لغة دامل (DAML) (DARPA Agent Markup Language) وتعني لغة داربا لتوسيم الوكيل، التي رأى المختصون في عام ٢٠٠١ دمجها مع لغة (OIL) لتصبح (DAML+OIL) وكانت لهذه اللغة الأثر الأكبر على لغة الأنطولوجيا الشبكية (OWL).

٢,٥,٣ أدوات بناء الأنطولوجيا

رغم أن لغة الأنطولوجيا الشبكية تعتبر سهلة، لأنها كما ذكرنا سابقاً تتوافق مع اللغات الحاسوبية التوصيفية، لكن تصعب معها كتابة الأنطولوجيا، لأنها تتضخم بسرعة وكذلك تصعب قراءتها ومراجعتها، ولذلك احتاج المختصون لأدوات ذات واجهات رسومية تساعد على بناء الأنطولوجيا بشكل أسرع.

وأشهر هذه البرامج هو برنامج بروتيجي (Protégé)، فالبرنامج يظهر هيكلة الأنطولوجيا كرسم شجري، ويساعد أيضاً على اكتشاف الأخطاء المنطقية في الأنطولوجيا وإصلاحها والتحقق من اتساقها.

للحصول على قائمة بأشهر محررات الأنطولوجيا يمكن الرجوع للموقع التالي (https://www.w3.org/wiki/Ontology_editors).

٢,٦ منهجية بناء الأنطولوجيا ومراحلها وخطوات تصور وتشكيل المفاهيم

سنستعرض في هذا القسم منهجية بناء الأنطولوجيا التي تحوي عدداً من المراحل وسنركز فيها على بيان خطوات أهم مرحلتين من هذه المنهجية؛ وهما: مرحلة تصور المفاهيم، ومرحلة تشكيلها.

٢,٦,١ منهجية بناء الأنطولوجيا

إن مهمة بناء الأنطولوجيا تتطلب خبرةً ووقتاً وجهداً، ولها منهجية تتضمن العديد من المراحل، وفي كثير من الأحيان لا تتسلسل هذه المراحل، لأننا نحتاج أن نرجع لإعادة بعضها عند التوسع في التفاصيل وكذلك عند تجلي بعض الأخطاء أو النواقص، ومن أهم هذه المراحل كما ذكرها (فيرنانديز لوبيز وآخرون1995، Fernández-López et. al) التالي:

- تحديد الأنطولوجيا Ontology Specification

أي تحديد المفاهيم والعلاقات التي ستشملها بشكل عام، وسيناريوهات استخدامها، ونطاقها.

- جمع/ اكتساب المعلومات Knowledge Acquisition

ويتم فيها تحديد مصادر المعلومات، فقد تكون كتبا أو معاجم أو جداول أو رسومات أو تجمعا من الخبراء إما بمقابلات أو استبيانات أو عصف ذهني.

- تصور المفاهيم Conceptualization

وفي هذه المرحلة يتم حصر وتدوين كل الأصناف، وتمثيل العلاقات بينها، وكذلك تحديد الأفراد. وفي هذه المرحلة تتحدد إمكانية الاستعانة بأنطولوجيا موجودة.

- تشكيل المفاهيم Formalization

في هذه المرحلة يتم تجهيز المفاهيم لتمثيلها حاسوبياً.

- التنفيذ Implementation

نمذجة الأنطولوجيا حاسوبياً باستخدام إحدى لغات الأنطولوجيا.

- التقويم Evaluation

وتشمل التأكد من عدم وجود أخطاء وكذلك تقويم مناسبة الأنطولوجيا للغرض الذي أنشئت من أجله.

• الصيانة Maintenance

ويتم فيه تحديث الأنطولوجيا لتواكب التطورات وتصحيح الأخطاء التي تكتشف مع الاستخدام.

• التوثيق Documentation

من المفترض أن يكون التوثيق ملازماً لكل المراحل، فتوثق الافتراضات والقرارات، وكذلك عند مرحلة التنفيذ يتم تدوين تعليقات تشرح كل صنف أو علاقة أو فرد.

٢,٦,٢ خطوات تصور وتشكيل المفاهيم في الأنطولوجيا

إن مرحلتي تصور وتشكيل المفاهيم تعد من أهم مراحل بناء الأنطولوجيا (التي تطرقنا لها سابقاً)، حيث تتبين فيها معالم الأنطولوجيا، فخلالها تتخذ معظم القرارات المختصة بتجريد المفاهيم وتمثيلها. وكما رأينا فإن هاتين المرحلتين تعقبان مرحلتي تحديد الأنطولوجيا وجمع المعلومات التي يحدد فيهما مجال ونطاق الأنطولوجيا، وتتضمن مرحلتا تصور وتشكيل المفاهيم على الخطوات التالية (نوي ومكجينز 2002، Noy & McGuinness):

١- إعادة استخدام الأنطولوجيا الموجودة (إن كانت مناسبة):

كما ذكرنا في مقدمة الفصل إن الهدف العام من الأنطولوجيا هو الوصول إلى تمثيل موحد أو شبه موحد أو معياري للمفاهيم والمصطلحات. وتزداد أهمية الأنطولوجيا كلما زاد عدد مستخدميها. وبالتالي فإن من صالحنا إعادة استخدام أنطولوجيا موجودة أو أجزاء منها إن كانت تخدم أغراضنا، خصوصاً إذا كانت شائعة عند المختصين، ويمكننا ذلك من خلال استيراد الأنطولوجيا لتضمينها في الأنطولوجيا التي ننشئها، وهذا أفضل من إنشاء أنطولوجيا جديدة من الصفر قد لا يستخدمها سوى مطوريها.

٢- تحديد المصطلحات المهمة في الأنطولوجيا:

وهنا يتم سرد المصطلحات والمفاهيم المهمة بغض النظر عن علاقتها ببعض، الهدف من هذه الخطوة هو حصر مفاهيم الأنطولوجيا بشكل عام.

٣- تحديد الأصناف وهيكلتها:

وفي هذه الخطوة تحدد الأصناف (Classes) وعلاقتها ببعضها، وفيها تتبع أحد الأساليب التي ذكرت في القسم (2.4) أي بحسب اتجاه التصنيف.

٤ - تحديد العلاقات والسمات:

فإن الأفراد ترتبط ببعضها بعلاقات (relations) ولها سمات (properties)، وفي هذه الخطوة تحدد اسم العلاقة أو السمة وكذلك مجالها ومداها، ففي المثال المذكور في قسم (5.2) كانت العلاقة «يرأس» تربط بين الموظفين ومرؤوسيهم، وهذه العلاقة مجالها (domain) ومداها (range) هو منسوب الجامعة، بينما علاقة «يدرس» مجالها هو «عضو هيئة تدريس» ومداها هو «طالب».

٥ - تحديد خصائص العلاقات (Relations):

تتيح لنا لغة الأنطولوجيا الشبكية (OWL)، تحديد خصائص منطقية للعلاقات، وهذه الخصائص تمكننا من استنتاج معلومات أكثر. وهذه الخصائص تشمل:

- **الدالية (Functional)**: وهي تعني أن العلاقة معرفة لتربط الفرد بفرد واحد فقط، فمثلاً علاقة جهاز الجوال بمالكه نسميها «ملك لـ»، هي علاقة دالية مجالها صنف الأجهزة ومداها صنف الأشخاص، بمعنى أن الجهاز له مالك واحد فقط، وكون العلاقة دالية، لا يعني أن العكس صحيح (إذا قلبنا المجال والمدى)، بمعنى أن الشخص قد يكون لديه أكثر من جهاز.

- **التعدي (Transitive)**: ومثال على العلاقة المتعدية علاقة «يرأس» في مثال «منسوب الجامعة»، فإن كان محمد يرأس صالح، وصالح يرأس أحمد، فإن محمد يرأس أحمد.

- **التماثل (Symmetric)**: العلاقة المتماثلة تعني أن العلاقة باتجاهين، كمثال علاقة الأخوة، فإن كان محمد أخاً لصالح، فذلك يعني أن صالحاً أخ لمحمد.

- **الانعكاس (Reflexive)**: إن كانت العلاقة تربط الفرد بنفسه، مثال علاقة «يعرف» بين الأشخاص، وهي تربط الشخص بكل من يعرفهم، وهي علاقة انعكاسية لأن أي شخص يعرف نفسه، كما يمكن تعريف العلاقة بأنها عكس علاقة أخرى، فمثلا علاقة «ابن لـ» هي عكس علاقة «والد لـ».

٦- إنشاء الأفراد (Individuals):

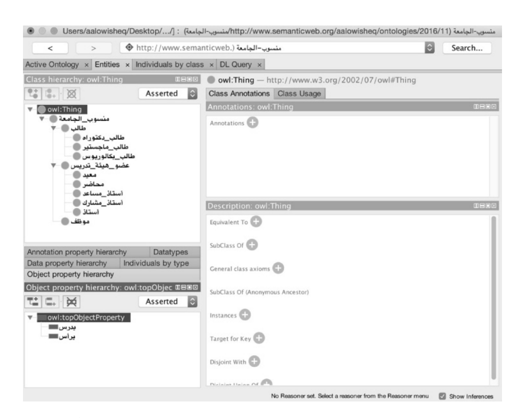
وهي تحديد الأفراد التي تنتمي إلى الأصناف، مثل صالح المحمد، ونورة الأحمد في مثال «منسوب الجامعة».

ملاحظة: لا توجد طريقة واحدة لتمثيل وتشكيل المفاهيم، فلو اتبع شخصان هذه الخطوات في الغالب سيحصل كل منهما على أنطولوجيا مختلفة، ولذا من الأفضل عند بنائها أن يتعاون عدد من المختصين وذوي الخبرة بالمجال المراد تمثيله باستخدام الأنطولوجيا، وتبقى العملية دورية وينبغي الرجوع لها وإعادتها من حين لآخر لضمان فائدتها.

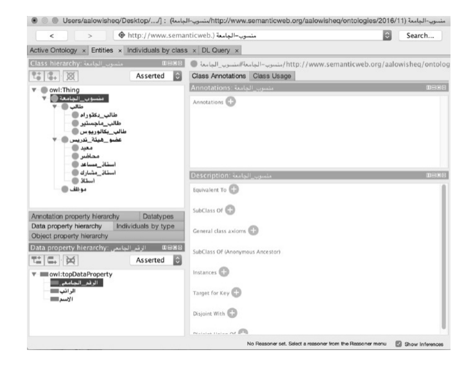
٢,٧ التعرف على برنامج بروتيجي Protégé

إن برنامج «بروتيجي» هو البرنامج الأشهر في مجال بناء الأنطولوجيا وتحريرها وهو من إنتاج جامعة ستانفورد الأمريكية في الثمانينات الميلادية (موسن Musen ،2002)، وقد صمم لجمع البيانات وتنظيمها والبرنامج يحدث باستمرار. وسنستعرض هنا أهم خصائص البرنامج باستخدام مثال منسوب الجامعة الذي تعرضنا له في قسم (5.2).

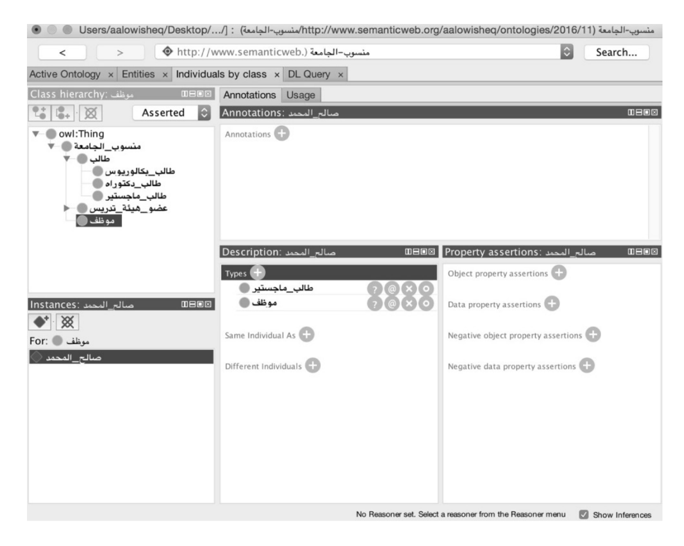
أنطولوجيا منسوب الجامعة: في شكل ٦ تظهر أنطولوجيا منسوب الجامعة بعد تمثيلها في البرنامج. واجهة البرنامج تتيح استعراض الأصناف وتفريعها الشجري وعلاقاتها وسماتها وأفرادها أيضاً.



شكل ٦: أنطولوجيا منسوب الجامعة في برنامج بروتيجي وتظهر الأصناف والعلاقات



شكل ٧: أنطولوجيا منسوب الجامعة في برنامج بروتيجي وتظهر السمات



شكل ٨: أنطولوجيا منسوب الجامعة في برنامج بروتيجي ويظهر أحد الأفراد

٢,٨ أخطاء شائعة في بناء الأنطولوجيا

تتعدد الأخطاء عند بناء الأنطولوجيا ولعل من أهمها:

- الخلط بين الأصناف والأفراد: بمعنى جعل المفهوم المراد تمثيله صنفاً بدلاً من فرد أو العكس. واختيار كون المفهوم فرداً أو صنفاً يعتمد على تطبيقات الأنطولوجيا ويصعب تحديد ذلك بشكل مجرد، وكمثال لنأخذ القرد في أنطولوجيا الكائنات الحية، في هذه الأنطولوجيا سيكون الصنف الأساسي هو الكائن الحي، ويندرج تحته صنفان: النبات والحيوان، ويندرج تحت كل منهما عدد من الأصناف، فتحت صنف

الحيوان تندرج أصناف كالفقاريات واللافقاريات، وتحت الفقاريات توجد أصناف الثدييات، والأسماك، والزواحف وغيرها، وتحت الثدييات توجد أصناف كالرئيسيات والقوارض، والحيتانيات وغيرها، وتحت الرئيسيات نجد القرد، وفي حال استخدام هذه الأنطولوجيا في علم الأحياء لتوضيح العلاقات بين فصائل الكائنات الحية المختلفة، فإن القرد سيكون فرداً من صنف الرئيسيات.

بينما لو أردنا استخدام هذه الأنطولوجيا في حديقة حيوان مثلاً، فإننا سنرغب بجرد وتدوين كل القردة التي تملكها الحديقة، ولذا سيكون القرد صنفاً وليس فرداً، والأفراد التي من نوعه ستكون بعدد القردة الموجودة في الحديقة، ويمثل كل قرد منها كفرد في الأنطولوجيا.

• الخلط بين علاقات الفرد بصنفه وبين علاقة الجزء من الكل أو التضمين؛ فمثلاً: سيارة الإسعاف يمكن تمثيلها كفرد من صنف السيارات، وفي المقابل السيارة تتضمن عجلات، فالعجلات جزء من السيارة، ولكنها ليست سيارة وبالتالي لا تندرج تحت صنف السيارات، بل تعتبر من صنف العجلات.

• تحديد الخصائص للعلاقات بأنها انعكاسية وهي ليست كذلك، لنفترض وجود أنطولوجيا لتمثيل الدول في العالم، ففي هذه الأنطولوجيا توجد علاقة «تحدها» ويقصد بها تعريف علاقة بين الدول المجاورة التي لها حدود معها، إن علاقة «تحدها» ليست انعكاسية بمعنى أن الدولة لا تحد نفسها، ولكنها متماثلة، فالسعودية تحدها الأردن، والأردن تحدها السعودية، لذا فإن أحد الأخطاء الشائعة هو الخلط بين كون العلاقة انعكاسية أو متماثلة.

• استخدام أسماء للأصناف تحمل خصائص منطقية مركبة، فمثلاً تسمية صنف بـ«الطالب والطالبة» لا يستقيم منطقياً، حيث إن ربطهما بواو يفهم منه تقاطع الصنفين، ولكن لا يوجد فرد سينتمي للصنفين معا، أي شخص يكون طالبا وطالبة معاً، بل سيكون فرداً من أحدهما. وإن كان المقصود بتسمية الصنف بهذا الشكل أنه يمثل اتحاد الصنفين فإن اسم الصنف يسبب لبساً.

أخيراً، هناك أخطاء أخرى شائعة لم يتسع المجال لذكرها وللاستزادة يمكن الرجوع إلى: (كيت وآخرون Keet et. al ،2013)، و(بوفيدا-فاليون وآخرون Poveda-Villalon et. al ،2012).

٢,٩ خاتمة

في هذا الفصل استعرضنا أهم المفاهيم والمصطلحات المتعلقة بهندسة الأنطولوجيا، وأنواعها ومكوناتها، ووضحنا مبادئ بنائها وخطواته، وتعرفنا كذلك على برنامج بروتيجي لتحرير الأنطولوجيا والذي سيفصل عرضه في الفصل الخامس، وكان هدف هذا الفصل هو إعطاء فكرة عامة عن هندسة الأنطولوجيا لتكون منطلقا للقارئ المهتم للتوسع والإبحار.

وفي الفصلين القادمين سنجيب عن التساؤل: «كيف خدمت الأنطولوجيا اللغة العربية؟» فالفصل الثالث يسلط الضوء على واقع الجهود البحثية في الأنطولوجيا العربية، والفصل الرابع يتناول أهم الإطارات الحاسوبية في مجال اللغة ومثيلاتها في اللغة العربية.

٢,١٠ المصادر

أنطولوجيا OpenCyc متاح على الرابط: http://opencyc.org/

الأنطولوجيا العربية، متاح على الرابط: http://sina.birzeit.edu/ArabicOntology/

٢,١١ المراجع

المراجع العربية

المعجم الوجيز. مجمع اللغة العربية، مكتبة الشروق الدولية. ١٩٨٩م.

المراجع الإنجليزية

Roussey، C.، Pinet، F.، Kang، M. A.، & Corcho، O. (2011). An introduction to ontologies and ontology engineering. In Ontologies in Urban Development Projects (pp. 9-38). Springer London. http://oa.upm.es/10381/1/An_Introduction.pdf

Gangemi، A.، Guarino، N.، Masolo، C.، & Oltramari، A. (2003). Sweetening wordnet with dolce. AI magazine، 24(3)، 13.

Pease، A.، Niles، I.، & Li، J. (2002، July). The suggested upper

merged ontology: A large ontology for the semantic web and its applications. In Working notes of the AAAI-2002 workshop on ontologies and the semantic web (Vol. 28).

Lenat، D. B. (1995). CYC: A large-scale investment in knowledge infrastructure. Communications of the ACM، 38(11)، 33-38.

Dukes، K.، & Habash، N. (2010، May). Morphological Annotation of Quranic Arabic. In International Conference on Language Resources and Evaluation(LREC 2010).

Mustafa Jarrar: Building a Formal Arabic Ontology (Invited Paper) In proceedings of the Experts Meeting on Arabic Ontologies and Semantic Networks. Alecso، Arab League. Tunis، April 26-28، 2011.

Gandon، F. (2002). Distributed Artificial Intelligence and Knowledge Management: ontologies and multi-agent systems for a corporate semantic web (Doctoral dissertation، Université Nice Sophia Antipolis).

Fernández-López، M.، Gómez-Pérez، A.، & Juristo، N. (1997). Methontology: from ontological art towards ontological engineering.

Noy، Natalya F.، and Deborah L. McGuinness. "Ontology development 101: A guide to creating your first ontology." (2001).

Musen، M. A. (2015). The Protégé project: a look back and a look forward. AI matters، 1(4)، 4-12.

Keet، C. M.، Suárez-Figueroa، M. C.، & Poveda-Villalón، M. (2013). The current landscape of pitfalls in ontologies.

Poveda-Villalon، M.، & Suárez-Figueroa، M. C. (2012). OOPS!– OntOlogy Pitfalls Scanner!، Technical Report.

■■■

الفصل الثالث
رصد واقع أبحاث الأنطولوجيا العربية

أ.د. هند بنت سليمان الخليفة

٣,١ تمهيد

في الفصول السابقة تناولنا مقدمة تعريفية بعلم الدلالة من الجانب اللغوي الصرف، ثم قمنا بالتعريف بالأنطولوجيا من الجانب الحاسوبي وكيفية هندسته.

وفي هذا الفصل سنستعرض واقع أبحاث الأنطولوجيا العربية والمجالات التي تفرعت إليها، كما سنسلط الضوء على التحديات التي تواجه العاملين في هذا المجال.

إن أهل الاختصاص في العالم اليوم يتسارعون جاهدين في إنشاء أنطولوجيا خاصة بعلومهم، فمثلاً نجد أنطولوجيا لمختلف التخصصات كالزراعة والاقتصاد واللغويات والكتب المقدسة كالإنجيل، لكن حصة اللغة العربية منها شحيح مقارنة باللغات الأخرى ففي دراسة قمنا بها عام ٢٠٠٧م (الخليفة والوابل، Al-Khalifa and Al-Wabil) عن التحديات التي تواجه الويب الدلالية استعرضنا إحصائية من قاعدة الأنطولوجيا «أونتو سلكت (OntoSelect)» تبين أنّ ٤٩٪ من الأنطولوجيا الموجودة في القاعدة هي باللغة الإنجليزية والبقية موزعة على اللغات الأخرى والتي لم يذكر منها العربية، ومازال الوضع قائما حتى يومنا هذا، ومع مزاحمة مفهوم البيانات المترابطة[1] (Linked Data) لمفهوم الأنطولوجيا لكننا مازلنا نجد محدودية في عدد الأنطولوجيا باللغة العربية.

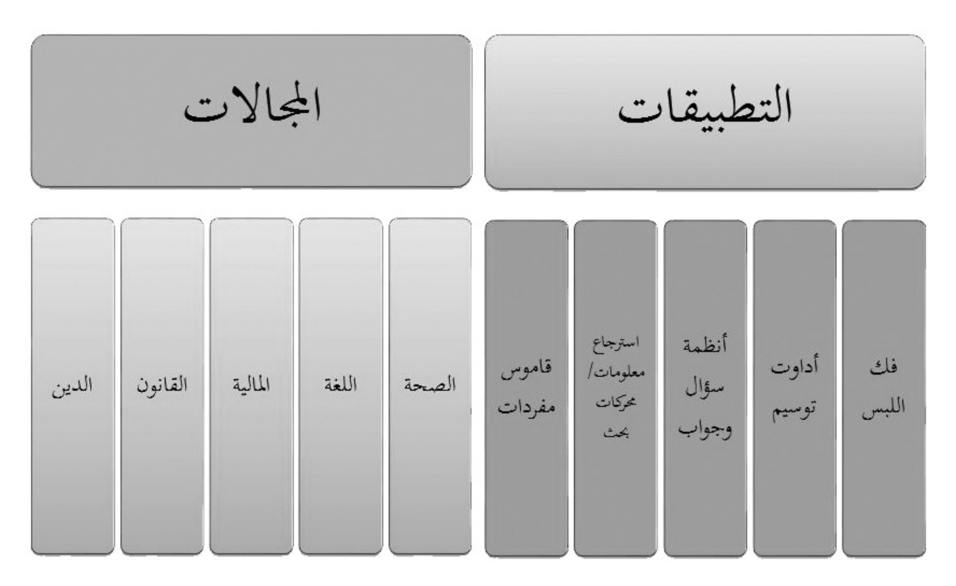
في هذا الفصل سنستعرض واقع الأبحاث والجهود المبذولة في إنشاء أنطولوجيا تعتمد اللغة العربية في بنائها وذلك لتحقيق عدة أهداف مثل استخدامها في استرجاع المعلومات (Information Retrieval) وبناء نظم الإجابة الآلية عن الأسئلة (Q&A systems) التي تعتمد على الأنطولوجيا وتوسيع الاستعلام[2] (Query Expansion) والتلخيص الآلي للوثائق الإلكترونية (Summarization) وغيرها. ثم نلخص التحديات التي تواجه مجال هندسة الأنطولوجيا العربية. وأخيراً نختتم الفصل بالإشارة إلى بعض مصادر الأنطولوجيا العربية المشاعة للاستخدام.

٣,٢ أبحاث الأنطولوجيا العربية

من خلال دراستنا لما أنجز من الأعمال والأبحاث في مجال الأنطولوجيا العربية نجد أن ما طرح في الغالب وبصورة عامة يتناول الشق النظري مع وجود تطبيق لنموذج تجريبي، فعند البحث باستخدام محرك بحث متخصص كمحرك بحث جوجل العالمي عن جملة (Arabic ontology) نجد أن النتائج لا تتجاوز سقف ٢٣ ألف نتيجة، وعلى النقيض من ذلك، لو بحثنا عن كلمة (English ontology) فستُظهر النتيجة رقما يصل إلى ٥٧٢ ألف نتيجة مما يبين لنا البون الشاسع بين اللغتين، ناهيك عن اللغات الأخرى.

تدعم هذه الملاحظة أيضاً دراسة مسحية قام بها (الزغبي وآخرون، Al-Zoghby et al.، 2013) حول المجالات البحثية التي تطرق لها مجال بناء الأنطولوجيا العربية، وبالمثل ما تطرقت له (اليحيى وآخرون، Al-Yahya et al.، 2015) من مجالات ركزت بمجملها على الأنطولوجيا اللغوية.

وخلال بحثنا في المجال تشكل لدينا تصور عن تطبيقات ومجالات الأنطولوجيا العربية التي حظيت بأبحاث وتطوير أنظمة لها خلال السنوات الماضية وحتى يومنا هذا يلخصه شكل ١.



شكل ١: المجالات والتطبيقات المرصودة في أبحاث الأنطولوجيا العربية

حيث يتضح من الشكل السابق تمدد المجالات التي تناولتها أبحاث الأنطولوجيا العربية (الدين، الصحة، اللغة، إلخ) بمقابل التطبيقات التي بنيت حول هذه المجالات (استرجاع المعلومات، قواميس، أدوات توسيم وتحشية، إلخ). وعليه سنتناول في الأقسام التالية وبشيء من التفصيل كل مجال من هذه المجالات.

٣,٢,١ أنطولوجيا المجال اللغوي

تتمحور جل الأعمال البحثية الموجودة في الساحة، عند البحث عن اللغة العربية والأنطولوجيا، حول معالجة اللغة العربية وما يحوم حولها من مجالات، وبنظرة شمولية يمكن تقسيم الأنطولوجيا التي أنتجت في هذا المجال إلى التصنيفات التالية:

١) أنطولوجيا المفردات

قد تكون من أولى المحاولات لبناء أنطولوجيا للمفردات (Lexicons) العربية هو الاستفادة مما هو موجود والبناء عليه، فمثلاً قاعدة البيانات المعجمية ووردنت (انظر الفصل الرابع) تعتبر نواة جيدة للبدء ببناء أنطولوجيا لمفردات اللغة العربية. ففي عام ٢٠٠٦م قام (بلاك وآخرون،2006، .Black et al) بالبدء في مشروع ووردنت العربية والتي شكلت أساساً لأبحاث وأنظمة مستلة منها.

أيضاً قام (اشكاوي وآخرون، 2014 ،.Ishkewy et al) ببناء أنطولوجيا أسموها

«أزهري» تحتوي على ٢٦،١٩٥ كلمة مصنفة إلى ١٣،٣٢٨ مجموعة من المرادفات تدعى سينست (synset) وأيضا تتضمن علاقات دلالية متنوعة بين المجموعات الترادفية مثل علاقة التناقض، علاقة الكل والجزء من الكل، علاقة الاشتمال، لتنافس بذلك قاعدة البيانات المعجمية الووردنت العربي.

وفي مجالات أكثر تخصصية، قامت (الصفدي وآخرون، Al-Safadi et al، 2011) ببناء أنطولوجيا للمصطلحات الحاسوبية مستلة من نصوص المدونات العربية الحاسوبية، حيث تمكنوا من جمع ١١٠ مفاهيم و٧٨ مصطلحا و٤٨ علاقة بين المصطلحات مثل علاقة **لها_شعار وتنتجه_شركة**. وقد ساعدت الأنطولوجيا المبنية للمدونات الحاسوبية في بناء نظام لاسترجاع المعلومات منها.

كما أن هناك جهودا لاستخدام ويكيبيديا العربية لبناء أنطولوجيا آلياً، ففي دراسة (الرجيبة والخليفة، Al-Rajebah & Al-Khalifa، 2014) استعانت الباحثتان بنظرية الحقول الدلالية التي بلورها العالم جوست تراير (Jost Trier) لبناء أنطولوجيا للغة العربية آلياً، فطبقاً لهذه النظرية، يتم تعريف كل كلمة في العالم الحقيقي من خلال علاقاتها الدلالية مع الكلمات أخرى داخل الحقل الدلالي. وعطفاً على هذه النظرية، تم تطبيقها لتحديد المفاهيم في العالم الحقيقي باستخدام علاقاتها الدلالية التي يتم استخلاصها من ويكيبيديا العربية، والنظام المقترح يتكون من ثلاثة أجزاء رئيسة هي المرشح (Filter)، والمستخرج (Extractor) ومولد الأنطولوجيا (Ontology Generator)، والنتيجة هي تمكن النظام من استخراج ما يقارب (٧٩٠ ألف) علاقة من ويكيبيديا العربية.

أما من الجانب اللغوي فهناك دراسة قامت بها الحلوة (٢٠١٢م) لإنشاء أنطولوجيا الأرض، حيث تم بناء الأنطولوجيا بطريقة شبه آلية وفق خطوات عدة قامت على جمع المفردات من مصادرها، ثم تصنيفها وفق مجالات الحقل وفئاته وعناصره، ثم وصف المفردات حسب سماتها الدلالية وخصائصها، ثم تكوين شجرة مفاهيم وعلاقات للأنطولوجيا مبنية على علاقتي (التضمين والترادف) وفق ما جاء في شبكة الووردنت، وذلك للإسهام في بناء التكوين الشجري لأنطولوجيا أولية لحقل الأرض باللغة العربية.

ومع ما بذل من جهد في بناء الأنطولوجيا واستخراج مفرداتها لكنها غير متوفرة للتحميل.

٢) أنطولوجيا النحو واللغة

بسبب وجود كم هائل من المعلومات غير المنظمة على شبكة الإنترنت، دعت الحاجة إلى وجود طرق لتنظيم هذه المعلومات لسهولة استرجاعها واستخراج المعرفة منها، وهنا يأتي دور الأنطولوجيا خاصة اللغوية منها، ففي محاولة أولية للباحثين (ألين وآخرون، Aliane et al.، 2010) لتطوير أنطولوجيا الخليل النحوي، حيث استعانوا بأنطولوجيا جولد (GOLD) المتخصصة بالتمثيل اللغوي والموجودة مسبقاً وتم تغذيتها بألفاظ نحوية خاصة باللغة العربية، لكن المشروع لم يستكمل ولم يتوفر للاستخدام والبناء عليه.

يأتي بعد ذلك مشروع (أنطولوجيا اللغة العربية) للدكتور مصطفى جرار (Jarrar، 2011) الذي انتهج طريقة جديدة لتعريف المفاهيم، وتعريف معاني الكلمات العربيّة عن طريق تصنيفها، وتشجيرها، بحيث تكون الأنطولوجيا هي عبارة عن شجرة من معاني الكلمات العربيّة، وليست شجرة بكلمات اللّغة العربيّة، وقد تم بناء المستويات العليا لأنطولوجيا اللغة العربية، وهي لا تزيد على ٣٠٠ معنى (المعاني الأكثر تجريداً)، واعتمد فيها على اثنتين من الأنطولوجيا اللغوية هما دولتشي (DOLCE) وسومو (SUMO).

وعن أوجه التشابه بين الأنطولوجيا العربيّة والووردنت (WordNet)، ذكر جرار أن الأنطولوجيا العربيّة مبنيّة على أساس علم المنطق، بالإضافة إلى تأصيلها فلسفياً وهذا غير موجود في الووردنت. ولكن، حتى تاريخ كتابة هذا الفصل، لم يتم الانتهاء من الأنطولوجيا العربية حسب ما هو موضح في موقع المشروع
http://sina.birzeit.edu/ArabicOntology

أيضاً انتقد[3] الدكتور طارق المالكي في ورقة بعنوان (أنطولوجيا النحو العربي) منهجية جرار وفلسفته انظر https://goo.gl/gI8dMH

وفي دراسة حديثة، قام المالكي وآخرون (٢٠١٦م) ببناء أنطولوجيا معلوماتية للنحو العربي وذلك بتوصيف مجال قواعد اللغة العربية باستخدام الأنطولوجيا، حيث قاموا برد النحو العربي إلى عنصرين أوليين: الأول هو: الفئة النحوية (Class) وهي مجموعة من العناصر النحوية التي تتقاسم سمات مشتركة، وقد تم تقسيمها إلى ثمان مجموعات أساسية وهي: الكلمة والجملة والعلاقات وفئة الجنس وفئة العدد وفئة الأوزان وفئة الزمن وفئة الشخص.

والعنصر الثاني هي العلاقة النحوية (Property) وتعني ارتباط بين عناصر من نفس الفئة أو من فئتين مختلفتين، وقسمت العلاقات النحوية إلى صنفين: صنف إعرابي، وصنف يبين الخصائص الزمنية والصرفية والجنسية للكلمات مثل العلاقة الزمنية.

٣) أنطولوجيا لتطبيقات معالجة اللغة العربية

نقصد بتطبيقات معالجة اللغة العربية هي تلك التطبيقات التي تستند على الأنطولوجيا لإنجاز عمل محدد مثل استرجاع المعلومات (Information Retrieval) والتلخيص (Summarization) وفك اللبس والغموض (Disambiguation) وغيرها. ومثل هذه التطبيقات تتجدد وتتنوع حسب مناسبة استخدام الأنطولوجيا في مجال التطبيق.

ففي تطبيق استرجاع المعلومات، قام (الآغا والمصري، AlAgha & Al-Masri، 2016) ببناء أنطولوجيا OntoADL لتحسين استخراج المعلومات من المكتبة الشاملة الرقمية، حيث اعتمدوا على الشروح الدلالية المستندة على أنطولوجيا OntoADL لإعطاء نتائج ملائمة وتقديم توصيات لمواضيع ذات صلة عند البحث في المكتبة الشاملة الرقمية.

وفي ذات السياق يعتبر **تطبيق محركات البحث** المنظومة الكبرى التي تحتوي تطبيقات استرجاع المعلومات، ففي دراسة حديثة قام بها (سيد والمقرشي، Sayed & AL MUQRISHI، 2016) عملا على تطوير أنطولوجيا باللغة العربية أسماها (CASOnto) لفهرسة صفحات موقع كلية العلوم التطبيقية في عُمان، واستخدمت هذه الأنطولوجيا في محرك بحث للموقع كبديل لمحرك البحث التقليدي والذي يبحث بالكلمات، وأظهرت نتائج التجارب تفوق محرك بحث الموقع المبني على الأنطولوجيا على محرك البحث التقليدي وذلك لاستخراجه نتائج دقيقة.

أما في تطبيق فك اللبس والغموض، فالبحث الوحيد الذي اقترح استخدام الأنطولوجيا لفك اللبس كان بحث (سوداني وآخرون، 2014، .Soudani et al). **وبالمثل في تطبيق التلخيص**، طور (إمام وآخرون، 2013، .Imam et al) نظام تلخيص آلي للوثائق العربية أطلق عليه اسم (OSSAD) اعتمد في عمله على أنطولوجيا متخصصة بمجالات متنوعة وشجرة القرار[4] لإنتاج التلخيصات. **وفي تطبيق الأسئلة والأجوبة**، قامت (اليحيى، Al-Yahya، 2014) ببناء أنطولوجيا مخصصة لتكوين الأسئلة من نوع «اختيار

متعدد»، وبالمثل قدم نظام (IDRAAQ) الذي طوره (أبو النور وآخرون، Abouenour et al.، 2012) وتقوم فكرته على أن يقوم المستخدم بطرح سؤال ثم يقوم النظام باسترجاع أفضل إجابة من قاعدة البيانات وبالاعتماد على أنطولوجيا صممت خصيصاً لهذا الغرض كما قامت (آلاء أبو طه) من خلال رسالتها للماجستير بعنوان (نظام عربي للإجابة على الأسئلة اعتمادًا على الأنتولوجيا) بتطوير نظام عبارة عن نهج مقترح لترجمة الاستعلامات باللغة العربية إلى لغة SPARQL [5] القياسية ويعتمد بشكل كبير على دلالات ومعاني الأنطولوجيا، حيث إن النظام يترجم استعلامات المستخدمين إلى أنماط ثلاثية triple pattern وRDF [6] ويستطيع أن يستنتج أي عنصر مفقود لبناء استعلام بلغة SPARQL بصورة كاملة، وقد تم اختبار النظام المقترح باستخدام أنطولوجيا بسيطة، وكانت عملية التقييم بناء على اختبار ثلاثين سؤالا مختلفا، وقد أظهرت النتائج أنه تمت الإجابة على ٢٨ سؤالا من ٣٠ سؤالا.

وفي تطبيق تصنيف المستندات، قام أبو جاسر (٢٠١٥م) في رسالته للماجستير بعنوان (تصنيف المستندات العربية استناداً إلى الأنطولوجيا) ببناء أنطولوجيا في مجال الأخبار واستخدمها في نظام يعمل على تصنيف الوثائق العربية، حيث أظهرت نتائج النظام تحسناً في تصنيف الوثائق بدقة وصلت ٩٢٪ مما يبين كيف ساهمت الأنطولوجيا في تحسين عملية التصنيف بشكل فعال.

وأخيراً في تطبيق تحليل الآراء، قام الأسمر (٢٠١٦م) في رسالته للماجستير بعنوان (التنقيب عن الآراء العربية باستخدام الأنطولوجيا بالاعتماد على المستوى) باستخدام الأنطولوجيا تعتمد على مستوى المكون لتصنيف الآراء التي يكتبها المستخدم العربي من خلال تحديد المكونات الهامة الموجودة فيه من خلال التعرف على مستوى هذا المكون في شجرة الأنطولوجيا ويتم عمل ملخص لكل مكون وذلك بتحديد آراء المكونات المكونة لها من خلال الأنطولوجيا، وقد قام بتقييم أداء طريقته باستخدام البيانات العامة في مجال الفنادق والكتب، وقد أظهرت نتائج الدراسة أن الطريقة التي استخدمها الأسمر في تحليل الآراء تحسن الأداء مقارنة مع طرق تصنيف الآراء الأخرى، فقد حصل على نسبة دقة وصلت ٧٨,٨٣ ٪ في مجال الفنادق و٧٩,١٨٪ في مجال الكتب.

٣, ٢, ٢ أنطولوجيا المجال الديني

يحتل المجال الديني المرتبة الثانية من حيث الجهود البحثية في توظيف الأنطولوجيا في خدمته وقد يعود السبب في ذلك لثراء المجال معرفياً، بمعنى أن نصوص القرآن الكريم والسنة النبوية زاخرة بكم هائل من المعرفة الضمنية (tacit knowledge) [٧] والصريحة (explicit knowledge) [٨] والتي يمكن توظيف التقنيات المستخدمة لاستنباط المعرفة من الأنطولوجيا فيها.

هناك جهود متنوعة في إنشاء أنطولوجيا للقرآن الكريم، هذه الجهود منشورة في دوريات علمية محكمة أو مؤتمرات عالمية، غير أن معظم هذه الجهود هي جهود أولية لم تبرز للسطح كمشروع متكامل، ما عدا بعض المشاريع المتاحة على الشبكة العنكبوتية مثل مشروعي (أنطولوجيا القرآن) وقرآني من جامعة ليدز (انظر جزء المصادر).

وفي بدايات توظيف الأنطولوجيا في خدمة القرآن الكريم، كان الهدف من استخدام الأنطولوجيا هو تسهيل استرجاع المعلومات من النصوص القرآنية، بعد ذلك تطورت الأبحاث لتستفيد من الأنطولوجيا لتمثيل ظواهر لغوية ومعلوماتية مختلفة في القرآن.

من هذه الأبحاث ما قامت به (اليحيى وآخرون، Al-Yahya et al.، 2010) من بناء نواة لأنطولوجيا مبنية على نظرية الحقول والسمات الدلالية لحقل الزمان أطلق عليها اسم (SemQ)، وتطوير برنامج حاسوبي يستفيد من الأنطولوجيا في تحليل كلمات القرآن واستخراج سماتها الدلالية والتقابلات إن وجدت.

في السياق ذاته، قام (القحطاني وأتويل، Alqahtani & Atwell، 2016) باقتراح محرك بحث دلالي للقرآن الكريم يعتمد على أنطولوجيا للقرآن باللغة العربية بالإضافة إلى ثمان ترجمات لها، كما أن ورقتهم البحثية أعطت مسحاً جيداً لجميع الجهود السابقة في بناء أنطولوجيا للقرآن الكريم والتي تراوحت بين أنطولوجيا للصلاة والحيوانات والزكاة والزمان والمكان.

وفي مجال السنة النبوية، فقد اهتم (أعظمي وبن بادي، Azmi & bin Badia، 2010) بتمثيل المعارف المتعلقة بشجرة رواة الحديث النبوي الشريف، بالمثل، قام دلول (٢٠١٣م) وعبر رسالته للماجستير بعنوان (استخدام الأنتولوجي في دعم عملية الحكم على سند الحديث) ببناء نظام يقوم بالحكم على سند الحديث ويعتمد على الأنطولوجيا؛ حيث يقوم بإعطاء حكم مقترح على سند الحديث بشكل آلي ومبني على القواعد التي

يتبعها علماء الحديث في الحكم على سند الحديث، وقد تم تطوير نموذج أولي لتقديم دليل على نجاح الطرح وقد تم التحقق من دقته من خلال تقييمه مقارنة بأحكام الألباني وأحكام شخص متخصص في تخريج الأحاديث.

وفي دراسة حديثة لتمثيل المعرفة الموجودة في الطب النبوي باستخدام الأنطولوجيا، قامت (الرميخاني وآخرون، Al-Rumkhani et al.، 2016) ببناء أنطولوجيا الطب النبوي مستندين بذلك على رسالة دكتوراه محكمة كمصدر لمفاهيم المجال.

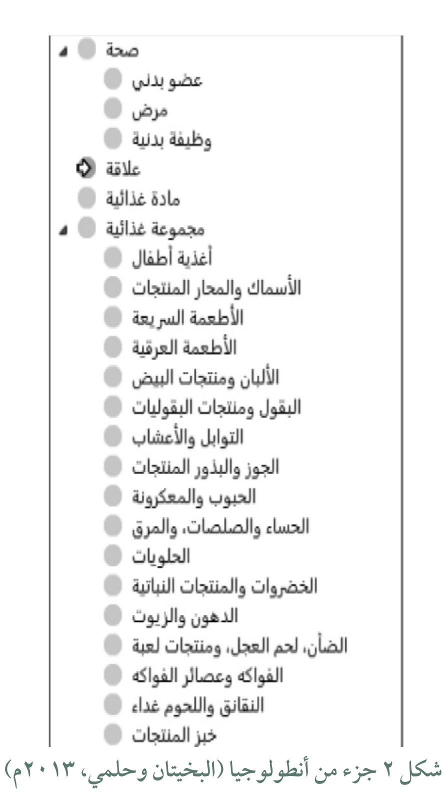
وفي توجه لتوظيف مفهوم البيانات المترابطة، قام (بشرات وآخرون، Basharat et al.، 2016) بعمل أنطولوجيا للحديث تعتمد على المعايير (Standards) المتعارف عليها لتمثيل البيانات المترابطة وربطها بسحابة البيانات المترابطة (LOD) وأيضاً بالقرآن الكريم.

أما في مجال الفتاوى الإسلامية، فقامت زغلامي وآخرون (٢٠١١م) بإنشاء نواة أنطولوجيا حول أساسيات الصلاة في الإسلام ومسائلها الفقهية الأساسية التي لا تحتاج إلى اجتهاد، أطلق عليه اسم «مكنز الصلاة»، بحيث يقوم النظام المطور بتحليل سؤال المستخدم وترجمته إلى استعلام ثم استجواب الأنطولوجيا وإعادة صياغة الجواب وعرضه للمستخدم مجدداً، كما ذكرت زغلامي وآخرون عن وجود أنطولوجيا ووردنت للفتاوى (Fatwa WordNet ontology) والتي تحتوي على قائمة من كلمات وألفاظ الفتاوى الإسلامية، معانيها، والأشكال المختلفة للكتابة، والعلاقات بينهما. ولكن بالبحث عن الأنطولوجيا المذكورة لم تظهر لنا نتائج.

٣, ٢, ٣ أنطولوجيا المجال الصحي والطبي

يعتبر المجال الصحي والطبي من المجالات التي حظيت باهتمام أبحاث الأنطولوجيا في اللغة العربية، لكن معظم هذه الأبحاث تعتمد على أنطولوجيا إنجليزية في بنائها. فمن هذه الأبحاث ما قام به (البخيتان وحلمي، Albukhitan & Helmy، 2013) من بناء أنطولوجيا لثلاثة مجالات وهي الغذاء، والتغذية والصحة كنواة لنظام يقوم بالإجابة على الأسئلة المتعلقة بهذه المجالات باللغة العربية. وقد اعتمدوا على قاعدة بيانات USDA كأنطولوجيا أساسية.

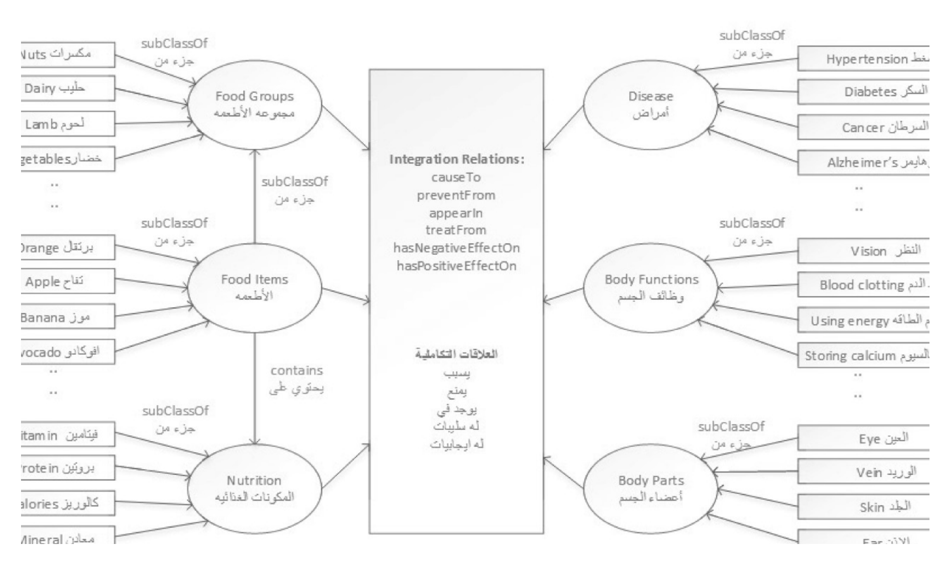
شكل ٢ يستعرض جزءا من الأنطولوجيا المبنية.



شكل ٢ جزء من أنطولوجيا (البخيتان وحلمي، ٢٠١٣م)

بالمثل، قام (الناظر وآخرون، Al-Nazer et al.، 2016) باستخدام أنطولوجيا (Diet food ontology) المتوافقة مع قاعدة بيانات USDA للأطعمة والتغذية وأيضا أنطولوجيا أمراض الإنسان (human disease ontology) والتي تحتوي على معلومات الأمراض وأيضا عمل أنطولوجيا خاصة بأجزاء الجسم (شكل ٣).

وكان الهدف من هذا البحث هو بناء أنطولوجيا في المجال الصحي متعددة اللغات لتحويل الأسئلة المطروحة باللغة العربية لمقابلها باللغة الإنجليزية واسترجاع الإجابات من الأنطولوجيا المناسبة.



شكل ٣: مخطط أنطولوجيا الغذاء والصحة من ورقة (الناظر وآخرون، ٢٠١٦م)

في المقابل، وفي رسالة ماجستير بعنوان (استخدام النماذج المعرفية لتحشية آلية لمدونة عربية لتفاعلات الأدوية) (الإبراهيم، ٢٠١٥)، قامت الإبراهيم ببناء أنطولوجيا عربية لتداخلات الدواء مستندة بذلك على موقع الطبي، ومن أجل بناء هذه الأنطولوجيا فقد تم بناء عدد من الأدوات المساعدة مثل: زاحف (crawler) ومكشطة (scraper) ونظام للتعرف على أسماء الأدوية. يذكر أن الإبراهيم استخدمت لفظة «النماذج المعرفية» لتعني بها الأنطولوجيا.

وفي رسالة ماجستير عن بناء أنطولوجيا لتشخيص أمراض نخيل التمر، قام العسكري (٢٠١٥م) بتطوير نظام خبير في وقاية نبات نخيل التمر، يعتمد هذا النظام على مفهوم الأنطولوجيا لتشخيص المرض واقتراح العلاج المناسب من خلال تحديد الأعراض الظاهرة على أجزاء الشجرة. وتتكون الطريقة من ثلاثة مكونات مترابطة وهي: قاعدة المعرفة (Knowledge base)، ومحرك المنطق (Reasoning engine)[9]، والتطبيق (Server side application).

وأنشئت قاعدة المعرفة من خلال استخدام لغة الأنطولوجيا (OWL) وهذه القاعدة تحوي حقائق وملاحظات حول أمراض نخيل التمر والحشرات والآفات التي تصيبها وسميت بـ AgriDPalmOnto. وعند إدخال المستخدم للاستفسارات يجيب عنها

محرك المنطق عن استفسارات إدخال المستخدم والرد على الأسئلة من خلال واجهات الإدخال والإخراج ويستخدم هذه المعلومات الحيوية سوية مع المعرفة الثابتة المخزنة في قاعدة المعرفة، ويعمل تطبيق الويب كواجهة للنظام، حيث يقوم المستخدم بإدخال تساؤلاته ويحصل على رد النظام والإجابة.

٣, ٢, ٤ أنطولوجيا في مجالات متنوعة

توسعت المجالات الدقيقة التي وظفت الأنطولوجيا فيها ولذلك نجد قلة في الأعمال البحثية في كل مجال سنذكره الآن، لأن ما رصدناه هو بحث أو اثنين نشرا في المجال، على العكس منها المجالات التي تطرقنا لها سابقاً.

ففي المجال التعليمي هناك دراسة (كركر والجعم، Karkar & Al Ja'am، 2016) حيث طورا نظام تعليم إلكترونيا متنقلا يعتمد على أنطولوجيا تعليمية لتخصيص المحتوى للطلاب حسب تفاعلهم مع الأسئلة في النظام.

أما في مجال القانون فقد طور (مزغني وقرقوري، Mezghanni & Gargouri، 2015) نظاما لاسترجاع المعلومات من الوثائق والمستندات القانونية معتمدين في ذلك على أنطولوجيا تمثل مفاهيم المجال.

بالمثل ما قام به (حجازي وآخرون، Hegazy et al.، 2015) في مجال المحاسبة المالية، حيث بنوا أنطولوجيا تحتوي على معظم المفاهيم في مجال المحاسبة واستخدموها في نظام لتحشية (Annotation) المستندات المالية.

٣, ٣ تحديات بناء الأنطولوجيا العربية

مما سبق يمكننا القول بأن مجال بناء الأنطولوجيا العربية يواجه تحدياً كبيراً، خاصة فيما يتعلق بسرعة انتشاره وتوسعه في مجال بحثي معين سواء عند الحاسوبيين أو اللغويين على حد سواء. فمن ناحية، نجد أن هناك فجوة كبيرة في الموارد المعجمية والدلالية العربية على شبكة الإنترنت، ما أعاق التقدم العلمي والتقني في حوسبة اللغة العربية، وحدّ من دعم اللغة العربية في العديد من التطبيقات، حيث لم يتوفر للباحثين والمطورين مصادر لغوية مفتوحة يمكنهم استخدامها، هذا بالإضافة إلى قلّة المصادر اللغوية للمطور العربي.

ومن ناحية أخرى، وكما ذكر (العرفج والسلمان، Al-Arfaj & Al-Salman، 2014) فإن هناك شحا في الأدوات المتخصصة بتحليل المدونات واستنباط المعلومات وحتى

تقديم الدعم الكافي للغة العربية كما هو الحال في أداة بورتجي Protégé والمستخدمة في بناء الأنطولوجيا يدوياً.

مثل هذه الأسباب وغيرها ساهمت بشكل أو بآخر في بطء تقدم المجال أسوة بمثيله في اللغات الأخرى.

٣,٤ خاتمة

استعرضنا في هذا الفصل العديد من الأعمال البحثية المتمحورة حول بناء أنطولوجيا لتحقيق أهداف معينة، ولكن من الملاحظ في عرضنا للدراسات السابقة في هذا المجال أن الجهود المبذولة في استخدام الأنطولوجيا في المجالات المختلفة إنما هي جهود على مستويات أولية، أي أننا لم نلحظ أية جهود لتطبيقات عملية للويب الدلالية بنيت على هذه الأنطولوجيا، فمعظم المحاولات السابقة لم تستمر لإنضاجها، كما أن التركيز على مجال محدد وعدم الاهتمام بعمل أنطولوجيا عامة أسهم في انخفاض سرعة تطور مجال الأبحاث للأنطولوجيا العربية.

ومن الملاحظ أن جميع هذه الأعمال تنهج مسارين: الأول: يعتمد على بناء أنطولوجيا مخصصة لمجال معين ثم بناء نظام للاستفادة منه، والثاني: يركز على إثراء أنطولوجيا موجودة أو بناء أنطولوجيا عامة من الصفر.

كما لاحظنا بروزا واضحا لأبحاث الأنطولوجيا من جامعات فلسطينية وأيضا ماليزية تليها معامل بحثية في تونس والمغرب والسعودية ومصر، أيضاً لاحظنا أن هناك أبحاثا اعتمدت على ترجمة أنطولوجيا سابقة موجودة بلغة ما إلى اللغة العربية وهذا يظهر جلياً في المجالات الصحية والعلمية.

وأخيراً من الملاحظات التي رصدناها، هو عدم إشاعة الأنطولوجيا وجعلها متاحة لإعادة الاستخدام، مما شتت جهود الباحثين في إعادة بناء الأنطولوجيا، كما أن منافذ نشر أبحاث الأنطولوجيا العربية ليست قوية وغير تنافسية وعدد الاستشهادات في أبحاثها ضعيف، وقد يعزو هذا التشتت في مجال أبحاث الأنطولوجيا العربية إلى تركيز الأبحاث في بناء أنطولوجيا خاصة بمجال معين على ما يسمى (Domain Ontology) (انظر الفصل الثاني) ثم بناء التطبيق الذي يستخدم هذه الأنطولوجيا، وهذا النهج في تطوير الأنطولوجيا وتطبيقاتها لن يساعد في إنعاش المجال.

في الختام لازالت الأنطولوجيا العربية قيد البحث والتطوير والتجارب المبدئية، والرؤية

المستقبلية تبشر بالكثير من الخدمات والإمكانات التي ستعتمد على هذه التقنية وتطورها، خاصة إذا ما تم التوجه من مرحلة بناء الأنطولوجيا إلي مرحلة بناء البيانات المترابطة.

٣,٥ المصادر

فيما يلي روابط لأنطولوجيا عربية مشاعة للاستخدام، ويلاحظ أن معظمها يتمحور حول القرآن الكريم. فمن الأنطولوجيا المتاحة للقرآن الكريم التالي:

أنطولوجيا القرآن
وصف المصدر: الهدف من هذا المشروع هو بناء أنطولوجيا لتمثيل المعرفة الواردة في القرآن الكريم، حتى الآن تم تمثيل المفاهيم التالية: الجزء، والآية، والحزب، وضمير الإشارة، والكلمة والموضوع، والموقع، والمنشأ والحدث. كما أن المشروع يعمل على إضافة المزيد من المفاهيم في علم الوجود.
عنوان المصدر: http://www.quranontology.com

مدونة القرآن الكريم الموسومة بموضوع الآيات مع الترجمة الإنجليزية (Qurany)
وصف المصدر: أحد مشاريع جامعة ليدز البريطانية والتي تحوي مدونة للقرآن الكريم موسمة بأنطولوجيا لأهم المفاهيم المذكورة في القرآن. حيث حشيت كل آية من آيات القرآن الكريم بمعلومات عن الموضوع الدلالي الذي تحتويه، والذي استُخرج من "مصحف التجويد". كما أن فهرس هذا المصحف مصنف إلى تصنيف يعرضها بصورة شجرية يمكن استخدامه من خلال موقع المدونة على شبكة الإنترنت، حيث يستطيع المستخدم التنقل بين شجرة التصنيف لإيجاد الفكرة المطلوبة، ومن ثم الوصول إلى قائمة بالآيات المرتبطة بها. كما وسمَتْ كل آية بثمان ترجمات إنجليزية مشهورة لمعاني القرآن الكريم، فبات بالإمكان إيجاد الآيات القرآنية من خلال البحث في هذه الترجمات الإنجليزية باستخدام أي كلمة أو كلمات مفتاحية، كما يمكن للمستخدم مشاهدة مجموعة من مرادفات الكلمات المفتاحية المستخدمة في البحث، والاستفادة منها في توسيع نطاقه وبالتالي تحسين جودة النتائج.
عنوان المصدر: http://quranytopics.appspot.com

أما في المجالات الأخرى فلدينا ما يلي:

النسخة العربية لمحتوى ديبيبيديا (DBpedia)
وصف المصدر: مشروع الديبيبيديا هو نتاج تعاون بين جامعة فراي برلين وجامعة ليبزج بألمانيا وبرمجيات أوبن لينك لتمثيل محتوي الموسوعة الدولية الويكبيديا بطريقة منظمة ومهيكلة باستخدام الآر. دي .إف (RDF) و ذلك لعمل استرجاع للبيانات المعقدة والموجودة في أماكن مختلفة على مستوى العالم بطريقة سهلة وميسرة. تعتبر النسخة العربية هي النسخة رقم (١٩) على مستوى العالم وتسبق العديد من النسخ حيث إن هناك ٢٧٩ نسخة من الويكيبيديا حيث تمثل كل نسخة لغة مختلفة، وقد تم إنشاء وتطوير النسخة العربية من الديبيبيديا في المجموعة البحثية للويب الدلالي التابعة لكلية الحاسبات والمعلومات بجامعة الفيوم وخرجت للنور في ١١/ ١/ ٢٠١٦ لتخدم قطاعا عريضا من المتحدثين باللغة العربية وتفتح الباب أمام العديد من المتخصصين للاستفادة من البيانات الموجودة على النسخة العربية من الديبيبيديا، كما تفتح الطريق أمام الباحثين والمطورين لإنشاء تطبيقات معتمدين على هذه النسخة.
عنوان المصدر: http://ar.dbpedia.org/index.html

أنطولوجيا النحو العربي
وصف المصدر: أنطولوجيا تهتم بتوصيف مجال قواعد اللغة العربية حيث تتكون من عنصرين أوليين: الأول هو: الفئة النحوية (Class) وهي مجموعة من العناصر النحوية التي تتقاسم سمات مشتركة، وقد تم تقسيمها إلى ثمان مجموعات أساسية وهي: الكلمة والجملة والعلاقات وفئة الجنس وفئة العدد وفئة الأوزان وفئة الزمن وفئة الشخص. والعنصر الثاني هي العلاقة النحوية (Property) وتعني ارتباطا بين عناصر من نفس الفئة أو من فئتين مختلفتين، وقسمت العلاقات النحوية إلى صنفين: صنف إعرابي وصنف يبين الخصائص الزمنية والصرفية والجنسية للكلمات مثل العلاقة الزمنية.
عنوان المصدر: http://www.arabicontology.org

٣,٦ الحواشي

١. البيانات المترابطة (Linked Data): هي طريقة لنشر البيانات بشكل مهيكل، بحيث يمكن ربطها مع بعضها لتكون أكثر فائدة.

٢. توسيع الاستعلام (Query Expansion): في مجال استرجاع المعلومات، تستخدم لغات الاستعلام والتي تمثل بلغة SQL في استرجاع المعطيات من قواعد البيانات، وأحياناً لا تستطيع لغات الاستعلام من استرجاع المعلومات المطلوبة، لذلك تستخدم عملية توسيع الاستعلام -وهي عملية يتم فيها تعزيز الاستعلام الأصلي بكلمات مرادفة أو مرتبطة بكلمات البحث- من أجل تحسين فعالية عملية استرجاع المعلومات.

٣. من أهم الانتقادات التي وجهها د.طارق المالكي على مشروع أنطولوجيا النحو العربي الذي يقوده د.مصطفى جرار، قوله بأن تصور أنطولوجيا النحو العربي «تخلط التصريف اللغوي بالمعنى الدلالي.. بل إن معظمها يدلل على المعنى بأمثلة إيمانية ولا يحدد المعنى تصريحا مباشرا»، لذلك يجب في رأيه «أن يكون القاموس غير معتمد في بنائه على تصريف الكلمات، حيث إن الأنطولوجيا العربية لا تهتم بتصريف الكلمات بل بالمعاني الدلالية». أما النقد الثاني فهي افتقاد مشروع د.جرار إلى نموذج نظري صوري حاسوبي للأنطولوجيا.

٤. شجرة القرار (Decision Tree): عبارة عن رسم بياني يسهل عملية اتخاذ القرار بمضمونها من معلومات حول البدائل واحتمالات حدوثها والنتائج المترتبة عنها.

٥. لغة SPARQL هي لغة استعلام مستخدمة في استرجاع المعلومات من الأنطولوجيا.

٦. أنماط ثلاثية triple pattern و RDF هي لغات واصفة تسمح هذه اللغة للمستعمل أن يصف المحتوى الرقمي وفق قواعد محددة لتسهيل نقل وتبادل المعلومات بطريقة موحدة مهما اختلفت أنظمة التشغيل. وتعتبر لغة RDF اختصاراً (Resource Description Framework) -وترجمتها إطار توصيف الموارد- إحدى أشهر لغات بناء الأنطولوجيا.

٧. المعرفة الضمنية (tacit knowledge): هي نوع من المعرفة التي يصعب نقلها إلى شخص آخر عن طريق الكتابة أو التعبير عنها لفظياً.

٨. المعرفة الصريحة (explicit knowledge): هي المعرفة المنظمة المحدودة المحتوى التي تتصف بالمظاهر الخارجية لها ويعبر عنها بالرسم والكتابة والتحدث.

٩. يقوم محرك المنطق (Reasoning engine) باستخدام المعلومة المضمّنة في قاعدة المعرفة لإيجاد ما هو جديد ومن ثم يزود المستخدم بتوصيات أو قرارات.

٣,٧ المراجع

المراجع العربية

المالكي وآخرون (٢٠١٦م). موقع أنطولوجيا النحو.

http://www.arabicontology.org/

الإبراهيم، هيفاء (٢٠١٥م) استخدام النماذج المعرفية لتحشية آلية لمدونة عربية لتفاعلات الأدوية، رسالة ماجستير غير منشورة، بكلية علوم الحاسب والمعلومات- جامعة الملك سعود.

الأسمر، أحمد محمد (٢٠١٦م)، التنقيب عن الآراء العربية باستخدام الأنتولوجيا بالاعتماد على المستوى، كلية تكنولوجيا المعلومات، الجامعة الإسلامية بغزة - فلسطين، رسالة ماجستير، متاحة على الإنترنت.

http://library.iugaza.edu.ps/thesis/119182.pdf

الحلوة، نوال بنت إبراهيم (٢٠١٢م) أنطولوجيا الأرض (دراسة لغوية حاسوبية في ضوء حقل المكان أنموذجاً)، القاهرة،مجلة علوم اللغة، المجلد ١٤، العدد ٣/ ٥٥.

العسكري، محمود عبدالناصر محمود (٢٠١٥م)، طريقة لتشخيص أمراض نخيل التمر استناداً للأنطولوجيا، كلية تكنولوجيا المعلومات، الجامعة الإسلامية بغزة - فلسطين، رسالة ماجستير، متاحة على الإنترنت.

http://library.iugaza.edu.ps/thesis/117008.pdf

أبو طه، آلاء (٢٠١٥م). نظام عربي للإجابة على الأسئلة اعتمادًا على الأنتولوجيا، كلية تكنولوجيا المعلومات، الجامعة الإسلامية بغزة - فلسطين، رسالة ماجستير، متاحة على الإنترنت.

http://library.iugaza.edu.ps/thesis/115181.pdf

أبو جاسر، محمد مروان ناجي. (٢٠١٥م). تصنيف المستندات العربية استناداً إلى

الأنطولوجيا، كلية تكنولوجيا المعلومات، الجامعة الإسلامية بغزة - فلسطين، رسالة ماجستير، متاحة على الإنترنت.

http://library.iugaza.edu.ps/thesis/117651.pdf

زغلامي، منال، نوفل خروبي، فرح حرّاثي، منذر مدّوري (٢٠١١م)، إنشاء نواة أنتولوجيا حول أساسيات الصلاة في الإسلام.. نحو برمجة نظام إجابة آليّة عن الأسئلة باللغة العربية، مجلة اتصالات الجمعية العربية للحاسبات، العدد الثاني من المجلد الرابع، ديسمبر ٢٠١١م.

دلول، يحيى محمد مصطفى (٢٠١٣م)، استخدام الأنتولوجي في دعم عملية الحكم على سند الحديث، كلية تكنولوجيا المعلومات، الجامعة الإسلامية بغزة - فلسطين، رسالة ماجستير، متاحة على الإنترنت.

http://library.iugaza.edu.ps/thesis/107866.pdf

المراجع الإنجليزية

Al-Khalifa، H.، Al-Wabil، A.(2007). The Arabic language and the semantic web: Challenges and opportunities. The 1st International Symposium on Computers and Arabic Language & Exhibition.

Al-Zoghby، A. M.، Ahmed، A. S. E.، & Hamza، T. T. (2013). Arabic Semantic Web Applications–A Survey. Journal of Emerging Technologies in Web Intelligence، 52.

Al-Nazer، A.، Albukhitan، S.، & Helmy، T. (2016). Cross-Domain Semantic Web Model for Understanding Multilingual Natural Language Queries: English/Arabic Health/Food Domain Use Case. Procedia Computer Science، 83، 607-614.

Al-Yahya، M.، Al-Khalifa، H.، Bahanshal، A.، Al-Odah، I.، & Al-Helwah، N. (2010). An ontological model for representing semantic lexicons: an application on time nouns in the holy Quran. Arabian Journal for Science and Engineering، 35(2)، 21.

Al-Yahya، M.، Al-Shaman، M.، Al-Otaiby، N.، Al-Sultan، W.، Al-Zahrani، A.، & Al-Dalbahie، M. (2015). Ontology-Based Semantic Annotation of Arabic Language Text. International Journal of Modern Education and Computer Science، 7(7)، 53.

Al-Yahya، M. (2014). Ontology-based multiple choice question generation. The Scientific World Journal، 2014.

Al-Rajebah، N. I.، & Al-Khalifa، H. S. (2014). Extracting ontologies from Arabic Wikipedia: A linguistic approach. Arabian journal for Science and Engineering، 39(4)، 2749-2771.

Al-Rumkhani، A.، Al-Razgan، M.، & Al-Faris، A. (2016). TibbOnto: Knowledge Representation of Prophet Medicine (Tibb Al-Nabawi). Procedia Computer Science، 82، 138-142.

Al-Arfaj، A.، & Al-Salman، A. (2014، September). Towards Ontology Construction from Arabic Texts-A Proposed Framework. In Computer and Information Technology (CIT)، 2014 IEEE International Conference on (pp. 737-742). IEEE.

Al-Safadi، L.، Al-Badrani، M.، & Al-Junidey، M. (2011). Developing ontology for Arabic blogs retrieval. International Journal of Computer Applications، 19(4)، 40-45.

Abouenour، L.; Bouzoubaa، K.; Rosso، P.(2012). IDRAAQ: new arabic question answering system based on query expansion and passage retrieval. In: CLEF 2012 Workshop on Question Answering For Machine Reading Evaluation (QA4MRE).

Aliane، H.، Alimazighi، Z.، & Mazari، A. C. (2010، May). Al-Khalil: The Arabic Linguistic Ontology Project. In LREC 2010، Seventh International Conference on Language Resources and Evaluation.

Albukhitan، S.، & Helmy، T. (2013). Automatic Ontology-based Annotation of Food، Nutrition and Health Arabic Web Content. Procedia Computer Science، 19، 461-469.

Alqahtani، M.، & Atwell، E. (2016). Arabic Quranic Search Tool Based on Ontology. In International Conference on Applications of Natural Language to Information Systems (pp. 478-485). Springer International Publishing.

Azmi، A.، & bin Badia، N. (2010). An Application for Creating an Ontology of Hadiths Narration Tree Semantically and Graphically. AJSE C - Theme-Issue Current Issue - December 2010; Vol. 35، Number 2C، pp. 37-39.

AlAgha، I. M.، & Al-Masri، M. G. (2016). An Ontology Based Approach to Enhance Information Retrieval from Al-Shamelah Digital Librar. IUG Journal of Natural Studies، 24(1).

Basharat، A.، Abro، B.، Arpinar، I. B.، & Rasheed، K. (2016). Semantic Hadith: Leveraging Linked Data Opportunities for Is-

lamic Knowledge.WWW2016 Workshop: Linked Data on the Web (LDOW2016)، Montreal، Canada.

Black، W.، Elkateb، S.، Rodriguez، H.، Alkhalifa، M.، Vossen، P.، Pease، A.، & Fellbaum، C. (2006، January). Introducing the Arabic wordnet project. In Proceedings of the third international WordNet conference (pp. 295-300).

Hegazy، A.، Sakre، M.، & Khater، E. (2015). Arabic Ontology Model for Financial Accounting. Procedia Computer Science، 62، 513-520.

Mezghanni، I. B.، & Gargouri، F. (2015، November). Towards an Arabic legal ontology based on documents properties extraction. In Computer Systems and Applications (AICCSA)، 2015 IEEE/ACS 12th International Conference of (pp. 1-8). IEEE.

Ishkewy، H.، Harb، H.، & Farahat، H. (2014). Azhary: An arabic lexical ontology. arXiv preprint arXiv:1411.1999.

Imam، I.، Nounou، N.، Hamouda، A.، & Khalek، H. A. A. (2013). An ontology-based summarization system for arabic documents (ossad). International Journal of Computer Applications، 74(17).

Karkar، A.، & Al Ja’am، J. (2016). An Educational Ontology-based M-Learning System. International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)، 10(4)، 48-56.

Jarrar، Mustafa (2011) Building a Formal Arabic Ontology (نحو تأصيل منهجي لبناء أنطولوجيا اللغة العربية). In proceedings of the Experts

Meeting on Arabic Ontologies and Semantic Networks. Alecso، Arab League. Tunis، April 26-28، 2011.

Soudani، N.، Bounhas، I.، ElAyeb، B.، & Slimani، Y. (2014، October). Toward an Arabic ontology for Arabic word sense disambiguation based on normalized dictionaries. In OTM Confederated International Conferences" On the Move to Meaningful Internet Systems" (pp. 655-658). Springer Berlin Heidelberg.

Sayed، A.، & AL MUQRISHI، A. (2016). CASONTO: An Efficient and Scalable Arabic Semantic Search Engine based on a Domain Specific Ontology and Question Answering. International Journal of Web Information Systems، 12(2).

■■■

الفصل الرابع
نظرة على إطارات حاسوبية دلالية للغة

أ.عالية بنت عمر باحنشل

٤ , ١ تمهيد

من خلال الفصلين الماضيين تعرفنا على علم الدلالة والأنطولوجيا من شقيّه اللغوي والحاسوبي، وفي الفصل الثالث رصدنا واقع أبحاث الأنطولوجيا باللغة العربية. وفي هذا الفصل سنستعرض بعضاً من أشهر الإطارات الحاسوبية التي أنشئت في مجال اللغة، وذلك بالتعريف عن كل إطار وأهدافه والجهود المبذولة لإنشاء مثيلاته في اللغة العربية تحديداً، وذلك لفتح المجال للمهتمين في توظيف الأنطولوجيا في أحد مجالات معالجة اللغة العربية.

٤ , ٢ شبكة الكلمات ووردنت (WordNet)

شبكة الكلمات (الووردنت) (WordNet) (ميلر1995 ، Miller) هي نظام لغوي معجمي متوفر على شبكة الإنترنت، مستوحى تصميمه من نظريات نفسية لغوية عن ذاكرة الإنسان المعجمية، وتم إنشاء شبكة الكلمات عام 1985م في جامعة برينستون الأمريكية، وتتكون من مجموعة الأسماء والأفعال والصفات التي تم ترتيبها على شكل مجموعات مترادفة يطلق عليها بالإنجليزية (synsets)، حيث تمثل كل مجموعة مفهوماً معجمياً كامناً ويتم الربط بين المجموعات المترادفة بعلاقات مختلفة، مثال (ركض، جرى) هي علاقة ترادف بين فعلين.

الشبكة الناتجة والمكونة من كلمات مترابطة ذات معنى مرتبطة بالعلاقات الدلالية المختلفة والتي سيتم ذكرها في الأجزاء القادمة يمكن الوصول لها عن طريق متصفح خاص[١] كما يظهر في شكل (١).

WordNet Search - 3.1
- WordNet home page - Glossary - Help

Word to search for: arabic Search WordNet

Display Options: (Select option to change) Change
Key: "S:" = Show Synset (semantic) relations, "W:" = Show Word (lexical) relations
Display options for sense: (gloss) "an example sentence"

Noun

- S: (n) **Arabic**, Arabic language (the Semitic language of the Arabs; spoken in a variety of dialects)

Adjective

- S: (adj) **Arabic** (relating to or characteristic of Arabs) *"Arabic languages"*

شكل ١: متصفح شبكة الكلمات

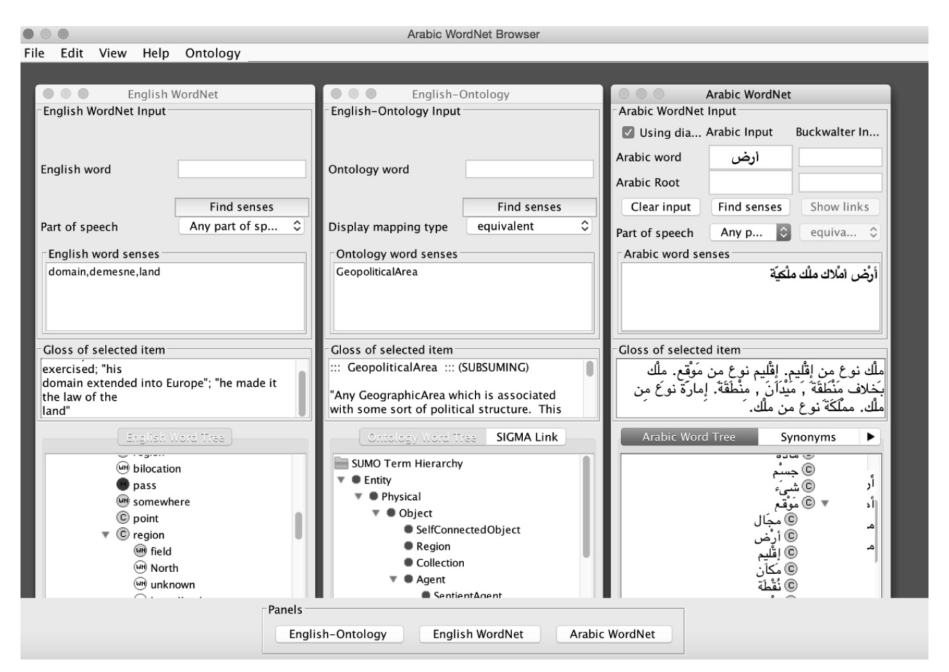
إن مكونات الووردنت تجعلها أداة مفيدة للحوسبة اللغوية ومعالجة اللغة الطبيعية، فهي ظاهرياً تمثل قاموساً يجمع الكلمات سويا في مجموعات مرتبطة حسب معانيها، ولكنه يختلف عن القاموس بالربط بين معاني الكلمات ودلالاتها وليس فقط الحروف المكونة لها، ونتيجة لذلك تصبح الكلمات متقاربة في الشبكة ويمكن التفريق بين دلالاتها المختلفة، كما أنه يقوم بتعريف العلاقات الدلالية التي تربط بين الكلمات، بعكس القاموس الذي يضع الكلمات ومعانيها فقط دون نمط محدد.

وجوهر تركيبة الووردنت يكمن في الترادف، فالعلاقة الأساسية التي تربط الكلمات ببعضها هي الترادف مثل العلاقة بين كلمتي (أغلق وأقفل)، ويتم الربط بين المترادفات - وهي الكلمات المتطابقة في المعنى والسياق - في مجموعات مترادفة (Synsets) غير مرتبة.

وتتكون الووردنت من ١١٧ ألف مجموعة، كل مجموعة منها مرتبطة بالمجموعات الأخرى من خلال علاقة المفاهيم، بالإضافة إلى ذلك تحتوي كل مجموعة على تعريف مختصر لها وفي معظم الحالات تحتوي على أمثلة وجملة أو جملتين تبين كيفية استعمال

الكلمات في كل مجموعة، أما بالنسبة لتصريفات الكلمة ذات المعاني المختلفة، فتظهر في مجموعات مختلفة، وبالتالي يصبح كل زوج مكونا من تصريف الكلمة ومعناها بشكل فريد من نوعه داخل شبكة الكلمات.

شكل (٢) يوضح واجهة ووردنت المكتبية والمجموعات المترادفة لكلمة الأرض.



شكل ٢: واجهة ووردنت النسخة المكتبية

أما عن العلاقات في الووردنت فأكثرها هي علاقة الاشتمال (hyperonymy) أو ما يرمز له بـ(IS_A) والتي تربط معنى عاما مثل مجموعة تحتوي على (أثاث، قطعة من الأثاث)؛ أي أن مجموعة الأثاث تشتمل على قطعة منه قد تكون (كرسي) أو (طاولة) أو غيرها، كما أنها قد تربط معنى أكثر خصوصية مثل (سرير، سرير مكون من طابقين علوي وسفلي) حيث إن مجموعة السرير تحتوي على أنواع مختلفة من الأسرة، ففي الووردنت مجموعة الأثاث تحتوي على (سرير) وبالتالي تحتوي أيضا على معنى (سرير مكون من طابقين علوي وسفلي)، وبعكسها الكلمات (سرير) و(سرير مكون من طابقين علوي وسفلي) كلاهما معا تكونان مجموعة الأثاث.

ترجع كل مشتقات الأسماء لجذر ومكون أساسي، فعلاقة الاشتمال هي علاقة متعدية مثل: إذا كانت كلمة أريكة نوعا من الكراسي، وكلمة كرسي هو نوع من الأثاث

فإن كلمة أريكة هي نوع من الأثاث، كما تفرق الووردنت بين الأسماء والأعلام مثل (أسماء الأشخاص والدول والأماكن الجغرافية) فالأريكة نوع من الكراسي، والرئيس باراك أوباما هو حالة من حالات الرئيس.

أما العلاقة الثانية في الووردنت فهي علاقة الجزء من الكل (meronymy) والتي تربط بين المجموعات مثل (كرسي) و(ظهر أو مسند الظهر)، (مقعد) و(رجل)، فالأجزاء تنحدر من كيان أكبر وأشمل، فإذا كان الكرسي له أرجل فإن الأريكة لها أرجل أيضا، والمجموعة الكاملة تحتوي على أجزاء، وهذا لا يعني أن الأجزاء تشتمل على المجموعة الكاملة التي تحتويها، فلو مثلنا العلاقة شجرياً فسنجد أن الأجزاء تنتقل من الأعلى للأسفل، ولا يمكن أن تصعد للأعلى، كما أنها قد تُحدد بخصائص معينة مثل: في علاقة الاشتمال (الأثاث، كرسي) وعلاقة الجزء من الكل (الكرسي وأنواع الكراسي تحتوي على أرجل) ولكن ليست كل أنواع الأثاث تحتوي على أرجل، فهي علاقة خاصة ولا تشمل المجموعة كلها.

أما العلاقة الثالثة فهي مجموعة الأفعال ودلالتها في الووردنت (troponymy) وهي علاقة مقسمة ومنظمة على شكل تسلسلات هرمية، حيث إن الأفعال في أسفل الشجرة عبارة عن أفعال محددة مثل: (تكلم، همس)، يتم الربط بين هذه الأفعال باستخدام المجال الدلالي الذي يشملها والذي يعبر عن أفعال تحدث في بعد معين، والأبعاد المختلفة تحتوي على مجموعة أفعال، فبُعد الصوت مثلاً يشمل الأفعال (تكلم - همس - تواصل)، وبُعد السرعة يشمل (ركض، جرى، ركض)، وبُعد المشاعر يشمل (يحب، يود، يقدس)، كما أن الأفعال التي تمثل أحداثا معينة والتي ينتج عنها حدوث فعل آخر تكون مترابطة في الووردنت، مثال ذلك: (اشترى، دفع) (حاول، نجح) (عرض، شاهد).

أما الصفات في شبكة الكلمات فيتم ترتيبها حسب مصطلح التضاد (antonymy)، فالأزواج مثل (رطب - جاف) و(شاب - عجوز) تعبر عن قوة العلاقة الدلالية بين محتوياتها، فكل قطب من هذه الصفات مرتبط بعدد من الصفات المتساوية لها في الدلالة مثل كلمة (جاف) مرتبطة بـ(عطشان وقاحل ومجفف)، فالصفات المتساوية دلالياً هي متضادات غير مباشرة.

أما علاقة تقاطع أجزاء الكلام (Cross-POS) فمعظم العلاقات في الووردنت تربط بين الكلمات المشتركة في أجزائها، وتتكون من أربع شبكات فرعية، شبكة لكل

من الأسماء والأفعال والصفات والأحوال مع بعض المؤشرات لعلاقة التقاطع، فعلاقة تقاطع أجزاء الكلام (Cross-POS) تشمل روابط لشكل ودلالة الكلمات (morphosemantic) والتي تربط بين الكلمات المتشابهة دلالياً وتشترك في شكلها والجذر لها، مثال ذلك: راقب (فعل)، مراقب (صفة)، مراقبة (اسم).

الجدول التالي يلخص العلاقات الدلالية في شبكة الكلمات (WordNet).

جدول ١ : العلاقات الدلالية في شبكة الكلمات (WordNet)

العلاقة الدلالية	التصنيف النحوي	أمثلة
علاقة الترادف (synonymy)	اسم، فعل، صفة، حال	أنبوب، ماسورة .. ارتفع، تصاعد سعيد، مبتهج .. سريعا، عاجلا
علاقة التضاد (antonymy)	اسم، فعل ، صفة، حال	جاف، رطب .. قوي، ضعيف ودود، عنيف .. سريعا، بطيئا
علاقة الاشتمال (hypernymy)	اسم	سكر القيقب، القيقب القيقب، شجرة شجرة، نبات
علاقة الجزء من الكل (meronymy)	اسم	سفينة، أسطول كرسي، أثاث
علاقة الأفعال ودلالاتها (troponymy)	فعل	همس، تكلم تحرك، جرى
علاقة الاستتباع (Entailment)	فعل	تزوج، طلق يركب، يسوق

٤ , ٣ شبكة الكلمات العربية (Arabic WordNet)

إن اللغة العربية هي اللغة الرسمية للملايين من الأشخاص في أكثر من ٢٠ دولة تقع ما بين الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، كما أنها اللغة التي نزل بها القرآن للعالم أجمع ويتحدث بها الملايين من المسلمين حول العالم، لهذا السبب كان من المحفز إنشاء شبكة كلمات للغة العربية المعاصرة كذخيرة لغوية لخدمة واكتشاف الثروة الكامنة في اللغة العربية، وقد قام (الخطيب 2006، Elkateb) ببناء شبكة الكلمات «الووردنت» العربية وفق التصميم والمكونات لشبكة الكلمات (الووردنت) من جامعة برنستون الأمريكية (Princeton WordNet) (ميلر1995، Miller) والمعتمدة دولياً، وشبكة الكلمات العربية هي عبارة عن تحويل مباشر لشبكة الكلمات الأوروبية (EuroWordNet) (رودريجوز وآخرون 1998، Rodríguez et al.) والتي يمكن عن طريقها الترجمة إلى اللغة الإنجليزية والعديد من اللغات الأخرى.

والأساس الدلالي المعتمد لشبكة الكلمات العربية هو أنطولوجيا السومو (SUMO) (نايلز وبيز 2001، Niles and Pease) وأنطولوجيات المجال المصاحبة لها، فأنطولوجيا السومو القائمة حالياً مقسمة إلى ١١ جزءا:

١. الجزء الأول هو (الأنطولوجيا النظامية) (Structural Ontology) وتحتوي على تعريفات للعلاقات التي تخدم النظام.
٢. الجزء الثاني هو (الأنطولوجيا الأساسية) (Base Ontology) وتتكون من مفاهيم أنطولوجية أساسية.
٣. الجزء الثالث هو الجزء النظري من أنطولوجيا السومو المتكون من (مجموعة محتويات نظرية).
٤. الجزء الرابع هو (الجزء الرقمي) الذي يقدم التعريفات للعمليات الحسابية الأساسية.
٥. الجزء الخامس هو الجزء المؤقت الذي يبني علاقات ألين المؤقتة (Allen' s temporal Relations) (ألين ١٩٨٤، Allen).
٦. الجزء السادس هو أنطولوجيا طوبولوجيا الجزء والكل (Mereotopology ontology) والتي تحتوي على أساسيات تبسيط الحقائق عن علاقات الجزء والكل.
٧. الجزء السابع هو جزء (نظرية الرسم البياني) الذي يقدم مفاهيم عامة عن الرسم البياني النظري.

٨. الجزء الثامن هو جزء (وحدة القياس) الذي يقدم الوحدات الخاصة بالنظام.

أما بقية الأجزاء فتقدم تسلسلات هرمية فرعية وحقائق متعلقة بالأنواع المختلفة من العمليات والأهداف والميزات.

ويهدف مشروع الووردنت العربية إلى توسعة المواصفات المنهجية لمعاني المجموعات المترادفة غير المحددة بلغة معينة باستخدام أنطولوجيا السومو (SUMO) (نايلز وبييز 2001، Niles and Pease) (انظر الفصل الثاني)، والتي تلعب دور الوسيط بين الووردنت العربية وبقية الووردنت للغات الأخرى.

وأنطولوجيا السومو ومجالاتها من أكبر الأنطولوجيات المتوفرة للعامة والأكثر انتشارا، فمن خصائصها أنها غير مرتبطة بتطبيقات محددة، كما تحتوي أنطولوجيا السومو على ١٠٠٠ مصطلح (terms) و٤٠٠٠ حقيقة مسلمة (axioms) و٧٥٠ قاعدة (rules)، وهي الأنطولوجيا الرسمية الوحيدة التي تم تحويلها يدويا للمجموعات المترادفة (synsets) في شبكة الكلمات وأيضا الووردنت الأوروبية والبلقانية (BalkaNet) (Stamou، 2002).

إن الووردنت أكبر بكثير من (أنطولوجيا السومو) ولهذا السبب تم الربط بين المفاهيم والمفردات العامة في (أنطولوجيا السومو) وبين مجموعة المترادفات الأكثر تحديدا في الووردنت.

يمكن استعراض التعريفات لمجموعة المترادفات لأنطولوجيا السومو والمرتبطة بمجموعة المترادفات في الووردنت عن طريق واجهة برمجية تستخدم أداة بحث خاصة بأنطولوجيا السومو تربط بين مجموعة المترادفات في الووردنت مع المفاهيم الخاصة بأنطولوجيا السومو، أما نظام التحكم بالأنطولوجيا المسماة سيجما (Sigma) (بييز 2003، Peas) فهو يقوم باستنباط حقائق مسلمة (axioms) عربية معاد صياغتها بشكل آلي، مما يمكن الناطقين باللغة العربية من فهم الأنطولوجيا. وقد تم إثراء السومو بمفاهيم خاصة باللغة العربية مثل مفاهيم الثقافة العربية والإسلامية والعبادات والممارسات الدينية.

إن إنشاء ووردنت العربية وغيرها من اللغات لهو دليل على أن الووردنت ليس محددا بلغة معينة كما أنه بوجود أنطولوجيا السومو يمكن الربط بين شبكات الكلمات المختلفة.

لقد تم إنشاء شبكة الكلمات العربية باستخدام الأساليب الخاصة بالووردنت

الأوروبية والتي تم استخدامها في كثير من اللغات مما جعلها متفقة مع العديد من شبكات الكلمات والتي تركز على التحويل اليدوي للعديد من المفاهيم المهمة والمعقدة، ويتم تحويل المفاهيم والعلاقات الخاصة بكل لغة حسب الإمكانية والرغبة في ذلك، وبذلك تتكون لدينا القاعدة الأساسية لشبكة الكلمات العربية التي تحتوي على أهم المفاهيم التي يتم تمثيلها في إطار ووردنت الذي يتصف بنظام دلالي قوي ومترابط، من هذه القاعدة للووردنت يصبح بالإمكان إثراؤها آليا وبدقة عالية، فقد تم بناء وتعريف وترجمة شبكة الكلمات يدوياً مما يمكن من ربط وترجمة المفاهيم الخاصة باللغة العربية بدقة عالية.

إن الطريقة التي تم اتباعها لإنشاء الشبكة هي طريقة البناء من الأعلى إلى الأسفل، حيث تم تعريف قاعدة المفاهيم العربية، ثم إثراؤها عن طريق علاقات الاشتمال لتكوين قاعدة شبكة الكلمات، ثم تحويل مجموعة قاعدة المفاهيم العامة من ١٢ لغة في شبكة الكلمات الأوروبية لمجموعات مترادفات (synsets)، أما المفاهيم الخاصة باللغة فتمت إضافتها وترجمتها يدوياً لأقرب مجموعة مترادفات للغة العربية. ويتم اختيار الطبقات الأولية لعلاقات الاشتمال على أساس معيار لغوي تطبيقي.

أما المرحلة الأخيرة فتكمّل المفاهيم والمجموعات المترادفة المستهدفة والتي تشمل مجالات محددة، فكل عملية بناء لمجموعة المترادفات يتبعها مرحلة تحقق حيث يتم عمل فحص رسمي لمدى ثباتها وتغطيتها من حيث تكرارها وتوزيع مجالها.

أما عن المعايير الأساسية لاختيار المجموعات المترادفة لشبكة الكلمات العربية فهي مبنية على التالي:

- **الترابط (Connectivity):** يجب أن تكون شبكة الكلمات العربية مترابطة قدر الإمكان عن طريق علاقات الاشتمال، ويجب أن تكون المجموعات المترادفة في الووردنت متناسقة مع الووردنت الإنجليزية، ويجب أن تكون التركيبة العامة لكلتا الشبكتين متماثلة.
- **وثيقة الصلة (Relevance):** إن المفاهيم الأساسية والملحوظة لها أهمية كبيرة، تشمل المعايير وتكرار العناصر اللغوية (للغتين العربية والإنجليزية) وتكرار الجذور العربية في مراجع المدونة الخاصة بها.
- **الشمولية (Generality):** يفضل توافر المجموعات المترادفة في المستويات العليا من الووردنت في ووردنت العربية.

وهذه المعايير يقترح لتنفيذها طريقتان:

- **الأولى:** من الإنجليزية إلى العربية: بحيث يكون المدخل مجموعة مترادفة باللغة الإنجليزية يتم فيها اختيار جميع المتغيرات العربية المتعلقة بها (إن وجدت).
- **الثانية:** من العربية إلى الإنجليزية: بحيث يكون المدخل مجموعة مترادفات عربية يتم إيجاد جميع المشتقات لها ويتم الاختيار لكل مشتق المجموعة المترادفة الإنجليزية المتعلقة بها.

٤ , ٤ شبكة الأطر (FrameNet)

يُعْنَى مشروع شبكة الأطر فريمنت (FrameNet) (بيكر وآخرون1998، Baker et al.) بإنشاء قاعدة بيانات لغوية للغة الإنجليزية بحيث تكون مقروءة من قبل الإنسان والآلة وذلك بالاعتماد على الأمثلة المحشية (بمعلومات توضيحية) والتي تبين كيفية استخدام الكلمات في النص الحقيقي.

وتختلف تعريفات شبكة الأطر حسب المستخدمين لها، فمن وجهة نظر الطلاب فشبكة الأطر هي: (معجم يحتوي على أكثر من ١٠٠ ألف معنى معظمها محشية لتوضيح معانيها وطرق استخدامها)، أما من وجهة نظر الباحثين في مجال معالجة اللغة الطبيعية، فإن المائة والسبعين ألف جملة المحشية يدوياً تعتبر بيانات تدريبية فريدة لتوضيح الدور الدلالي والتي يمكن استخدامها في العديد من التطبيقات، مثل: (استخراج المعلومات)، (الترجمة الآلية) و(تحليل المشاعر) وغيرها، وقد تم البدء بمشروع شبكة الأطر منذ عام ١٩٩٧م في معهد علوم الحاسب الدولي بمدينة بيركلي الأمريكية.

وتعتمد فكرة شبكة الأطر على نظرية للمعنى، والتي تسمى (إطار الدلالة (Frame Semantics)، أسسها البروفسور تشارلز فيلمور (فيلمور 1976، Fillmor)، وتقوم الفكرة الأساسية لها على أن معنى كثير من الكلمات يمكن التعرف عليه من خلال الإطار الدلالي، مثل نوع الحدث ونوع العلاقة والكيان والمشاركين فيه؛ مثال على ذلك: مفهوم الطبخ عادة يرتبط بالشخص الذي يقوم بعملية الطبخ (الطباخ)، والأكل الذي يتم طبخه (الطعام)، والأداة التي تحمل الطعام أثناء الطبخ (القدر)، ومصدر للحرارة (موقد الطبخ)، وفي شبكة الأطر يتم تمثيله كإطار (frame) تعرض-للحرارة (Apply_heat) والطباخ والطعام والموقد والقدر جميعها تسمى عناصر الإطار (frame elements)، وتسمى الكلمات التي تستخدم لاستحضار هذا الإطار؛ مثل: قلى وخبز

وغلى (الوحدات المعجمية) (lexical units) لإطار تعرض- للحرارة، وهي في الغالب أفعال. ويختلف مستوى التعقيد للأطر المختلفة فبعض الأطر مثل إطار (الانتقام) يحتوي على عناصر إطار (frame elements) أكثر تعقيدا مثل (مسيء، جرح، مجروح، المنتقم، العقاب)، وبعض الأطر أقل تعقيدا مثل وضع الشيء (placing) تحتوي على (سبب، شيء، المكان الذي يجب وضع الشيء فيه).

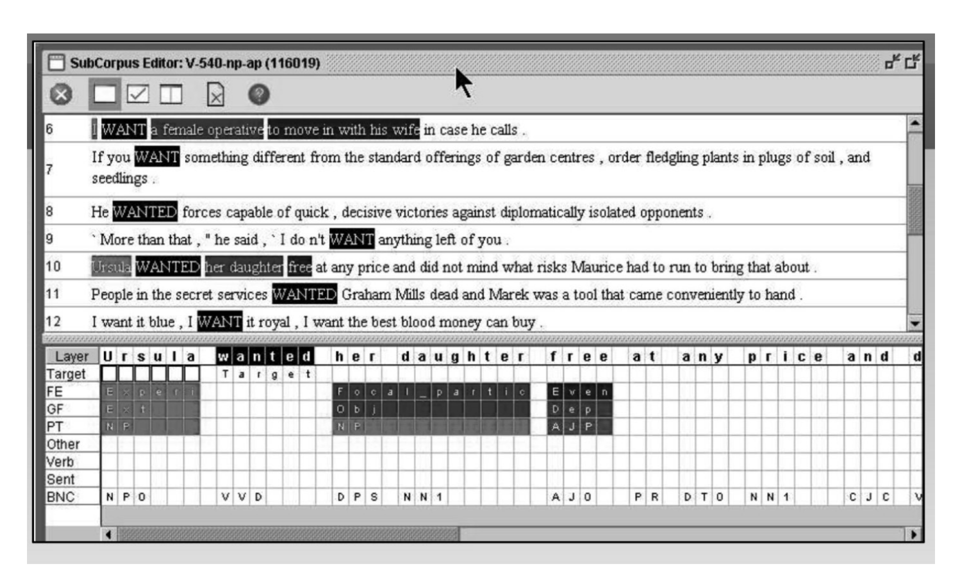
ووظيفة شبكة الأطر هو تعريف الأُطر المختلفة وتوسيم الجمل لمعرفة عناصر الأُطر المحيطة بالإطار وكيفية عملها واستحضارها.

فبعض الأسماء المتعارف عليها مثل: (شجر- قبعة -برج) لا تستوجب استدعاء الإطار الخاص بها حيث يتم تمثيلها والتعامل معها كعناصر للأطر (Frame Elements) وتابع لكلمات أخرى، ولهذا السبب تم تخصيص وقت قصير لتحشيتها في شبكة الأطر ولأن المعلومات الخاصة بها متوفرة أيضا في مصادر لغوية أخرى مثل ووردنت (Miller، 1995).

إن توسيم شبكة الأطر هو عبارة عن مجموعات من ثلاثة أجزاء تمثل تحقق عناصر الأطر لكل جملة محشية، والمجموعة الواحدة تتألف من اسم عنصر الإطار (frame element) مثل (طعام)، ودالة فعلية (grammatical function)(طبخ)، ونوع الجملة (phrase type) (جملة اسمية) ويمكننا اعتبار هذه الأنواع الثلاثة من التحشية كطبقات لكل عنصر إطار.

شكل ٣ يوضح واجهة شبكة الأطر المكتبية التي توضح عملية تحشية البيانات والنصوص وتحديد عناصر الإطار.

إن كل إطار في (شبكة الأطر) هو عبارة عن دلالة ومعنى وهو متشابه عادة في أغلب اللغات، ومثال على ذلك: (الأطر) حول الشراء والبيع تحتوي على عناصر الأطر (frame elements) التالية (بائع - مشتري - بضاعة - مال) بغض النظر عن اللغة المستخدمة، ولذلك قامت مشاريع مختلفة لبناء شبكات للأطر في لغات مختلفة مثل: الإسبانية، الألمانية، الصينية، اليابانية.



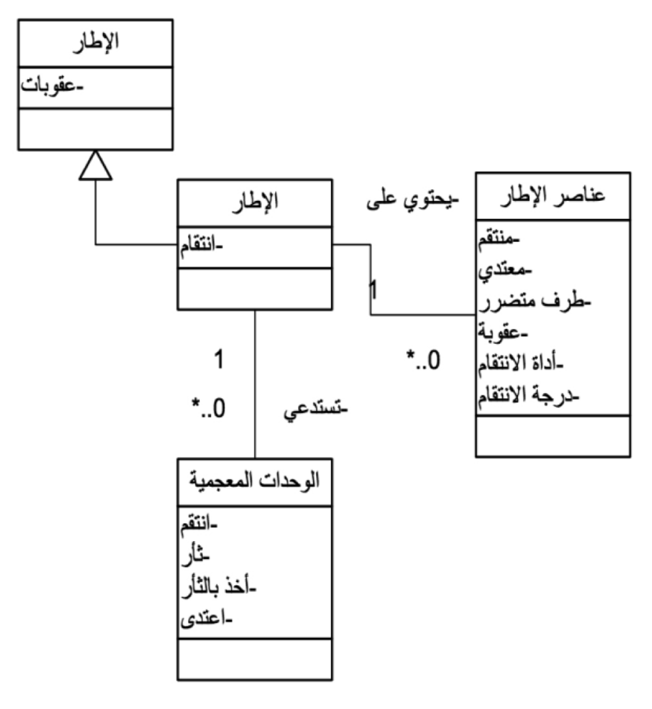
شكل ٣: واجهة شبكة الأطر المكتبية(٢)

٤, ٥ شبكة الأطر العربية (Arabic FrameNet)

كما ذكرنا سابقاً إن مشروع شبكة الأطر قد توسع ليشمل العديد من اللغات، ومن هذه المبادرات شبكة أطر للغة العربية (Arabic FrameNet) (غنيم وآخرون، Ghneim et al. 2009). الهدف منها هو بناء شبكة أطر للغة العربية والتي سيكون لها فائدة كبيرة في تطبيقات معالجة اللغة العربية، لتوضيح أجزاء الإطار المختلفة.

المثال في شكل (٤) يوضح إطار الانتقام تحديدا والذي يحتوي على عناصر الإطار والوحدات المعجمية وعلاقاتها مع الأطر الأخرى (العقوبات).

ولملء شبكة الأطر الخاصة باللغة العربية تم استخدام مصدر للغة العربية وهو المكنز الكبير (مختار وآخرون 2000، Mokhtar et al.)، حيث تم استخراج المفاهيم والوحدات المعجمية المحفزة للإطار المناسب، وقد تم استخراج الأطر بشكل يدوي وإضافتها لشبكة الأطر العربية بالإضافة للوحدات المعجمية وعناصر الأطر، ثم تم ربط الأطر بعضها ببعض عن طريق اختيار العلاقة المناسبة من قاعدة بيانات العلاقات التي تخزن العديد من العلاقات الدلالية التي يتم استخدامها لربط الأطر بعضها ببعض، وشكل (٥) يوضح النسخة الحاسوبية لشبكة الأطر.



شكل ٤ : مثال إطار الانتقام والمعلومات المتعلقة به (غنيم وآخرون 2009، Ghneim et al.)



شكل ٥ : النسخة الحاسوبية لشبكة الأطر العربية (غنيم وآخرون 2009، Ghneim et al.)

٤, ٦ شبكة الأفعال (VerbNet)

تعد شبكة الأفعال (VerbNet) (كبير وآخرون 2000، Kipper et al.) هي أكبر شبكة أفعال معجمية متوفرة على شبكة الإنترنت حالياً ومتاحة باللغة الإنجليزية، وهي عبارة عن معجم أفعال منظمة بشكل هرمي بمجالات غير محددة وبتغطية واسعة، وبإمكانية تحويله إلى مصادر لغوية أخرى مثل شبكة الكلمات (WordNet) وشبكة الأطر (FrameNet) وغيرها.

وتنقسم شبكة الأفعال إلى تصنيفات خاصة بالفعل (verb classes) التي هي عبارة عن توسيع لتصنيف ليفين للأفعال (ليفين 1993، Levin) وتمت إضافة وتعديل تصنيفات فرعية للشبكة لتضفي عليها طابعا نحويا ودلاليا منطقيا ومترابطا للأفعال في الصنف الواحد.

ويحتوي كل تصنيف من شبكة الأفعال على مجموعة من الأوصاف النحوية (syntactic descriptions) أو أطر نحوية (syntactic frames) وذلك لتوضيح تراكيب البناء المختلفة للجمل، فالجمل قد تكون في إحدى هذه الحالات: جمل متعدية (transitive)، جمل غير متعدية (intransitive)، جمل متحيزة (prepositional)، جمل مستنتجة (resultatives). وتوجد بعض القيود للدلالة التي تستخدم لتقييد أنواع الأدوار المسموحة في شبكة الأفعال، مثل (تحريك، إنسان، منظمة)، كما توجد أيضا بعض القيود الأخرى التي تحدد الطبيعة النحوية للمكونات المصاحبة لهذه الأدوار، كما أن الأطر النحوية مقيدة أيضا من ناحية المعاني المسموح بها، فكل إطار يحتوي على معلومات دلالية محددة يتم التعبير عنها بمجموعة من المسندات الدلالية المنطقية (boolean semantic predicates) مثل: (حركة، تواصل، سبب)، كل مسند دلالي (predicate) مرتبط بحدث متغير (E) يسمح للمسند بتحديد متى يكون صحيحا (بدء الحدث (E) start) (لمرحلة التمهيد، خلال الحدث (during(E) (لمرحلة الذروة، ونهاية الحدث (E) end) لمرحلة النتيجة.

وإضافة لتصنيف (ليفين) الأساسي (كبير وآخرون 2006، Kipper et al.) التي اعتمد عليه في بناء شبكة الأفعال تم إضافة ٥٧ صنفاً إضافياً حديثا لها من تصنيف كورهونين وبرسكوس (كورهونين وبريسكوس 2004، Korhonen and Briscoe). وهذا العمل شمل تفصيلات مصاحبة للوصف النحوي والدلالي لتصنيف (كورهونين

وبريسكوس2004، Korhonen and Briscoe)، كما تم تنظيمها بشكل مناسب في تصنيف شبكة الأفعال الحالية، كما تمت إضافة ٥٣ فئة جديدة من تصنيف كورهونين ورواينت لشبكة الأفعال (كورهونين وراينت 2005، Korhonen and Ryant).

وتعد شبكة الأفعال أكبر مصدر لغوي متوفر مجاناً ويضم أكبر تقسيم لنظام (ليفين) للأفعال باللغة الإنجليزية الشامل والمتعدد الجوانب، وقد تم إنشاء شبكة للأفعال باللغة العربية وتمت مواجهة الكثير من التحديات الخاصة باللغة العربية في البحث المقدم (Mousser، 2010).

٤ , ٧ بنك الأبنية الحملية (PropBank)

لقد أصبح التمثيل الدلالي ممكناً عن طريق مشروع بنك الأبنية الحملية (PropBank) (بالمر وآخرون2005، Palmer et al.)، يعمل هذا المشروع على إضافة دور وطابع دلالي للتركيب النحوي لبنك بنسلفانيا الشجري (Penn TreeBank) (ماركوس وآخرون 1993، Marcus et al.)، فالتحليل النحوي لبنك بنسلفانيا الشجري يفتقر للقدرة على تمثيل المعنى الكامل للجمل مثال:

- محمد كسر النافذة.
- كسر النافذة.

في المثال تظهر كلمة (النافذة) كمفعول به للفعل كسر في الجملة الأولى، بينما تظهر في الجملة الثانية كمسند إليه، لكنها لا توضح الدور الذي تلعبه في كلتا الحالتين، كما أنه في بعض الحالات لا يظهر الفعل كمتعد أو غير متعد كما هي الحال في المثال السابق، مثال:

- الضابط قرع الطبل.
- الضابط قرع.

في هذه الحالة كلا الفعلين لديهما الدور نفسه والفعل نفسه ويمكن أيضاً أن يحمل تغيراً نحوياً مثال:

- قرع الطبل بصوت منخفض في الساحة.

وأيضا قد يكون فعلا متعديا حيث إن المفعول به قد يتغير مثال:

- الضابط قرع الطبل.
- الضابط قرع آلة قديمة.

إن التغيير في الفهم النحوي للاختلافات الدلالية هو أمر شائع ويؤثر في معظم

الأفعال الإنجليزية بطريقة ما، والتحشية النحوية لبنك بنسلفانيا الشجري يجعل من الممكن التعرف على المسند إليه والمفعول به للأفعال كما في الجمل السابقة، ولكنه لا يفرق بين الأدوار المختلفة التي قد يلعبها الفعل في المفعول به أو المسند إليه النحوي كما في الجمل السابقة، وذلك بسبب أن الفعل والتقسيم الجزئي النحوي نفسه قد يلعب أدواراً دلالية مختلفة، هذه الأدوار لا يمكن إضافتها بشكل حتمي للبنك الشجري عن طريق تحويل آلي بدقة كاملة، ولذلك تبدأ عملية توسيم الدور الدلالي لبنك الأبنية الحملية بتحشية آلية يعتمد على الدور الدلالي الذي يتم التحقق من صحته يدوياً.

ويهدف بنك الأبنية الحملية لتقديم تغطية واسعة يدوية لذخيرة لغوية موسومة لمثل هذه الظاهرات، وبذلك تمكّن من بناء نظام مفتوح المجال لفهم اللغة، كذلك تمكن من الدارسة التحليلية لأسباب حدوث هذه التغيرات النحوية وطرق حدوثها، يتم ذلك بتعريف مجموعة الأدوار الدلالية الممكنة لكل فعل وتحشية كل ظهور للفعل في النصوص من بنك بنسلفانيا الشجري الأساسي بإضافة رقم لكل دور مختلف للفعل.

إضافة هذا المستوى للتمثيل الدلالي مهم للعديد من التطبيقات مثل (استخراج المعلومات)، (إجابة الأسئلة) و(الترجمة الآلية)، وقد تم إنشاء نموذج لبنك الأبنية الحملية للغة العربية لمحاولة تخطي الصعوبات الخاصة بالتعامل مع اللغة العربية في البحث المقدم من (بالمر 2008، Palmer).

٤, ٨ مشروع الربط الدلالي سيملينك (SemLink)

مشروع الربط الدلالي سيملينك (SemLink) (بالمر 2009، Palmer) هو مشروع قائم يهدف للربط بين المصادر اللغوية المختلفة عن طريق مجموعة من المقابلات (mappings). هذه المقابلات تجعل من الممكن الجمع بين المعلومات المختلفة التي تقدمها المصادر اللغوية المختلفة لعمليات عديدة، مثل عملية الاستدلال، كما يمكن أن تساعد هذه المقابلات في بناء نظام شبه آلي إضافي للمصادر اللغوية من ناحية التغطية، وذلك لزيادة التداخل الإجمالي لهذه التغطيات.

حاليا يتم إنشاء مقابلات بين المصادر اللغوية التالية:

١. شبكة الأطر
٢. شبكة الأفعال
٣. شبكة الأبنية الحملية
٤. شبكة الكلمات (والذي أضيف مؤخراً)

وجميع هذه المصادر تشمل على معلومات دلالية وموقعها في الجملة، وقد تم بناء كل مصدر من هذه المصادر بشكل مستقل عن الآخر وبأهداف مختلفة وبطبيعة معلومات دلالية متنوعة يقدمها. والجدول التالي يوضح الخصائص المتعلقة بكل مصدر.

جدول ٢: خصائص المصادر اللغوية

المصدر اللغوي	الخصائص
شبكة الأطر (FrameNet)	الأكثر تفرعا والأغنى دلاليا
شبكة الأفعال (VerbNet)	تركز على الأساس النحوي العام الذي يحمل تضمينات دلالية
بنك الأبنية الحملية (PropBank)	أثبت أنه الأفضل في تقديم أفضل البيانات التدريبية المشرف عليها المستخدمة في تقنيات تعلم الآلة

على الرغم من هذه الاختلافات والخصائص، تشكل هذه المصادر تكاملا مع بعضها البعض فهي غير متعارضة، وباجتماع هذه المصادر سويا يتكون لدينا كيان أكبر وأشمل من كل مصدر على حدة. ويعمل مشروع الربط الدلالي كمنصة لتوحيد هذه المصادر، كما أن إضافة شبكة الكلمات مؤخراً تشكل بعداً أكبر وأشمل أيضا للأفعال وتقدم مستوى أعمق للربط المناسب بين أصناف شبكة الأفعال وبين الوحدات المعجمية لشبكة الأطر، كما يوحد مشروع الربط الدلالي هذه الجهود والمصادر اللغوية المختلفة على مستويات مختلفة:

أولاً: المقابلات بين الأدوار الدلالية المختلفة لبنك الأبنية الحملية (PropBank) وشبكة الأفعال (VerbNet).

ثانياً: المقابلات بين الأدوار الدلالية لشبكة الأفعال والوحدات المعجمية لشبكة الأطر (FrameNet). وهناك توجه لتوسيع المشروع ليشمل لغات أخرى مثل الهندية والعربية (بالمر، Palmer 2009).

فمشروع الربط الدلالي يقوم بجمع المصادر اللغوية غير المصقولة والمتفرعة معاً، لتصبح أكثر سلاسة وأسهل في الاستخدام والتبادل. فإذا كان هناك برنامج يحتاج إلى

مصادر متفرعة مثل معلومات شبكة الأطر (FrameNet)، وكانت البيانات المتوفرة موسومة بمصادر غير مصقولة مثل بيانات بنك الأبنية الحملية فإن مشروع الربط الدلالي يعمل على خلق جسر بين المصدرين لتصبح البيانات قابلة للاستخدام. ويتم العمل حاليا على توسيع وتحسين مشروع الربط الدلالي والمصادر التي يحتويها.

٤ , ٩ أنطولوجيا جولد (GOLD)

(جولد) (GOLD) (فارير ولانجيندوين، 2003 Farrar & Langendoen) هي أنطولوجيا خاصة بتوصيف اللغويات، وتعطي صورة نظامية لمعظم التصنيفات والعلاقات المستخدمة في الوصف العلمي للغات البشرية، والهدف من (جولد) هو تحديد وتخزين معرفي مماثل لمعرفة خبير لغوي متمكن، وبالتالي يمكن النظر لها على أنها محاولة لبرمجة المعرفة المتاحة في هذا المجال (المجال اللغوي)، كما أن جولد ستمكن من عملية الاستنتاج الأوتوماتيكي للبيانات اللغوية وتساعد في إنشاء المفاهيم الأساسية من خلال تحديد أي طريقة بحث ذكي سيتم استخدامها، بالإضافة لذلك، تهدف جولد أن تكون متناسقة مع الأهداف العامة للويب الدلالية (Semantic Web).

جولد هي أكثر من عملية تصنيف للمفردات اللغوية، فقد تم بناؤها على قواعد خاصة بهندسة الأنطولوجيا كتبسيط للحقائق المتعلقة بالأصناف (classes) والعلاقات المقدمة، فعلى سبيل المثال: في البدايات تم إنشاء جولد من الأعلى للأسفل باستخدام قاموس (سيل) (SIL) الدولي للمصطلحات، والمتوفر على الإنترنت، الخاص بالمفردات اللغوية والمصادر اللغوية القياسية، وكإضافة للتركيب الأصلي لأنطولوجيا جولد، تم إنشاء منهجية جديدة للاستحواذ على المفاهيم بحيث تمكن من إنشاء جولد على أساسيات تجريبية (empirical) وتمت مقابلة جولد لأنطولوجيا السومو (SUMO)، وتم إنشاء منظمة جولد لتكون منصة إلكترونية مشتركة للغويين[٣].

تم إنشاء منظمة جولد على مصادر لغوية بمعايير عالية المهنية، ولأن البيانات مأخوذة من عدة مصادر مختلفة وعدة لغات ذات طرق توصيف مختلفة كان لابد من مقابلة هذه البيانات لمصدر دلالي متفق عليه وهو جولد، وعملية نقل البيانات لمعرفة متفق عليها ليست عملية سهلة الإنجاز، لذا المصطلحات المستخدمة في المصادر اللغوية المختلفة يجب توحيدها لتصبح متناغمة مع بعضها البعض، فقد تمت مقابلة مصادر البيانات العالية المهنية لمجموعة من المصادر الوصفية (descriptive profiles) موجودة في

تركيب أنطولوجيا جولد، هذه المصادر الوصفية تتكون من مقابلات للمفردات المستخدمة إلى مفاهيم في الأنطولوجيا في وثيقة المصدر اللغوي، هذه المفاهيم تسمى مقابلة المصطلحات (terminology mapping).

تعتبر وثيقة مقابلة المفاهيم مجموعة بسيطة من المفردات مرتبطة بمفاهيم في أنطولوجيا جولد، ومقابلة المصطلحات تستوجب إكمال هذه الشروط:

١. كل مفردة تظهر مرة واحدة فقط.
٢. كل مفردة يتم تعريفها عن طريق علاقاتها بأحد المفاهيم أو أكثر.
٣. وثيقة مقابلة المصطلحات عليها أن تعرف بشكل فريد المصدر أو المصادر التي تحتوي على المفاهيم المرتبطة بكل مفردة.

رؤية منظمة جولد تتركز في الأهداف التالية:

التحفيز على جعل البينات قابلة للتشغيل المتبادل (data interoperability) عن طريق استخدام الأنطولوجيا.

١. التحفيز على استخدام البرمجيات في المجال اللغوي.
٢. العمل على إمكانية البحث في المصادر اللغوية المختلفة.
٣. أن تكون منصة مشتركة للغويين والمستخدمين.

أما بالنسبة للغة العربية فقد كانت هناك بعض الجهود مثل مشروع الخليل (أليان وآخرون(2010، Aliane et al. الذي يعني ببناء أنطولوجيا مخصصة للمصادر والتطبيقات العربية، القاعدة الأساسية لتركيبة الخليل هي أنطولوجيا خاصة بالأفعال العربية التقليدية ولإنشاء الخليل تمت إعادة استخدام أنطولوجيا جولد.

٤, ١٠ خاتمة

تم استعراض بعض الجهود المبذولة لبناء أنظمة خاصة بمعالجة اللغة والمصادر اللغوية والإطارات الحاسوبية المختلفة في هذا المجال، كما تم عرض الجهود القائمة لتحويل أهم المشاريع إلى اللغة العربية والتي تسهم بشكل فعال في خدمة اللغة العربية ومعالجتها، وعليه، فإن معرفة هذه الجهود تفتح مجالات بحثية مستقبلية لتطوير وتحسين المشاريع القائمة وإنشاء مصادر لغوية حديثة تخدم معالجة اللغة العربية آلياً.

٤, ١١ المصادر

- موقع شبكة الكلمات:

https://wordnet.princeton.edu

- موقع شبكة الأطر:

https://framenet.icsi.berkeley.edu/fndrupal

- موقع شبكة الأفعال:

https://verbs.colorado.edu/~mpalmer/projects/verbnet.html

- موقع الأبنية الحملية:

http://propbank.github.io

- مشروع الربط الدلالي:

https://verbs.colorado.edu/semlink/

- موقع أنطلوجيا جولد (GOLD)

http://www.linguistics-ontology.org/

٤, ١٢ الحواشي

١- متصفح شبكة الكلمات موجود على العنوان التالي:

http://wordnetweb.princeton.edu/perl/webwn

٢- يمكن تحميل بيانات شبكة الأطر من:

https://framenet.icsi.berkeley.edu/fndrupal/framenet_data

٣- مجتمع جولد.

http://www.linguistics-ontology.org/

٤,١٣ المراجع

المراجع الإنجليزية

Aliane، H.، Alimazighi، Z.، & Mazari، A. C. (2010، May). Al-Khalil: The Arabic Linguistic Ontology Project. In LREC.

Allen، J. F. (1984). Towards a general theory of action and time. Artificial intelligence، 23(2)، 123-154.

Baker، C. F.، Fillmore، C. J.، & Lowe، J. B. (1998، August). The Berkeley framenet project. In Proceedings of the 36th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and 17th International Conference on Computational Linguistics-Volume 1 (pp. 86-90). Association for Computational Linguistics.

Black، W.، Elkateb، S.، Rodriguez، H.، Alkhalifa، M.، Vossen، P.، Pease، A.، & Fellbaum، C. (2006، January). Introducing the Arabic WordNet Project. In Proceedings of the third international WordNet conference (pp. 295-300).

Elkateb، S.، Black. W.، Rodriguez، H، Alkhalifa، M.، Vossen، P.، Pease، A. and Fellbaum، C.، (2006). Building a WordNet for Arabic، in Proceedings of the Fifth International Conference on Language Resources and Evaluation، Genoa، Italy.

Elkateb، S.، Black، W.، Vossen، P.، Farwell، D.، Rodríguez، H.، Pease، A.، & Alkhalifa، M. (2006، October). Arabic WordNet and the challenges of Arabic. In Proceedings of Arabic NLP/MT Conference، London، UK.

Farrar، S.، & Langendoen، D. T. (2003). A linguistic ontology for the semantic web. GLOT international، 7(3)، 97-100.

Fillmore، C. J. (1976). Frame semantics and the nature of language. Annals of the New York Academy of Sciences، 280(1)، 20-32.

Ghneim، N. Karhely، E. & Safi، W. (2009) First Step of Building an Arabic FrameNet (AFN). Conference: 13th International Business Information Management Conference (13th IBIMA)، Arabic Information Processing، At Marrakech، Morocco

Kipper، K. Dang، H. & Palmer، M. (2000) Class-based construction of a verb lexicon. In AAAI/IAAI، pages 691–696.

Kipper، K.، Korhonen، A.، Ryant، N.، & Palmer، M. (2006، June). Extending VerbNet with novel verb classes. In Proceedings of LREC (Vol. 2006، No. 2.2، p. 1).

Korhonen، A. and Briscoe، T. (200). Extended Lexical-Semantic Classification of English Verbs . In Proceedings of the HLT/NAACL Workshop on Compu- tational Lexical Semantics، Boston، MA.

Korhonen، A. and Ryant، N. (2005) Novel Lexical-Semantic Verb Classes. http://www.cl.cam.ac.uk/users/alk23/classes2/: Unpublished manuscript.

Levin، B. (1993) English verb classes and alternations: a preliminary investigation، Chicago، The University of Chicago Press.

Marcus، M. P.، Marcinkiewicz، M. A.، & Santorini، B. (1993). Building a large annotated corpus of English: The Penn Treebank. Computational linguistics، 19(2)، 313-330

Miller، George A. "WordNet: a lexical database for English." Communications of the ACM 38.11 (1995): 39-41.

Mokhtar Omar A.، Mahjoob H.، Dossoki E.، Fodah A.، Ebraheem S.، & Salem S. King Fahd National Library Registration no 9960-36-

629-4. Sotoor Company. " AL-meknaz Al-kabeer". 2000.

Mousser، J. (2010، May). A Large Coverage Verb Taxonomy for Arabic. In LREC.

Niles، I.، and Pease، A. (2001) Towards a Standard Upper Ontology. In: Proceedings of FOIS 2001، Ogunquit، Maine، pp. 29. (See also www.ontologyportal.org)

Palmer، M.، Gildea، D.، & Kingsbury، P. (2005). The proposition bank: An annotated corpus of semantic roles. Computational linguistics، 31(1)، 71-106.

Palmer، M.، Babko-Malaya، O.، Bies، A.، Diab، M. T.، Maamouri، M.، Mansouri، A.، & Zaghouani، W. (2008). A Pilot Arabic Propbank. In LREC.

Palmer، M. (2009، September). Semlink: Linking propbank، verbnet and framenet. In Proceedings of the generative lexicon conference (pp. 9-15).

Pease، A.، (2003) The Sigma Ontology Development Environment، in Working Notes of the IJCAI2003 Workshop on Ontology and Distributed Systems. Volume 71 of CEUR Workshop Proceeding series

Rodríguez، H.، Climent، S.، Vossen، P.، Bloksma، L.، Peters، W.، Roventini، A.، Bertagna، F.، Alonge، A.، (1998). The top down strategy for building EuroWordNet: Vocabulary coverage، base concepts and top ontology. Computers and Humanities، Special Issue on EuroWordNet 32، 117–152.

Rodríguez، H.، Farwell، D.، Farreres، J.، Bertran، M.، Alkhalifa، M.، Martí، M. A.، ... & Vossen، P. (2008، January). Arabic wordnet: Current state and future extensions. In Proceedings of The Fourth Global WordNet Conference، Szeged، Hungary.

Stamou، S.، Oflazer، K.، Pala، K.، Christoudoulakis، D.، Cristea، D.، Tufis، D.، ... & Grigoriadou، M. (2002، January). Balkanet: A multilingual semantic network for the balkan languages. In Proceedings of the International Wordnet Conference، Mysore، India (pp. 21-25).

Vossen، P. (ed.) (1998) EuroWordNet: A Multilingual Database with Lexical Semantic Networks. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Princeton University "About WordNet." WordNet. Princeton University. 2010. http://wordnet.princeton.edu

■ ■ ■

الفصل الخامس
تطبيق عملي لاستخدام برنامج البروتيجي

د.عريب بنت عبدالله العويشق

٥, ١ تمهيد

يعتبر برنامج بروتيجي (الذي طورته جامعة ستانفورد الأمريكية) من أشهر محررات الأنطولوجيا بما يتميز من واجهة رسومية سهلة الاستخدام، علاوة على أنه مجاني ومفتوح المصدر، ففي الفصل الثاني استعرضنا واجهة البرنامج وأهميته في بناء الأنطولوجيا وكيف تظهر الأنطولوجيا فيه، أما في هذا الفصل فسنشرح بالتفصيل (خطوة بخطوة) طريقة بناء الأنطولوجيا حاسوبياً باستخدام البرنامج.

٥, ٢ تحميل برنامج بروتيجي Protégé

يمكن تحميل برنامج بروتيجي مباشرة من موقع جامعة ستانفورد،

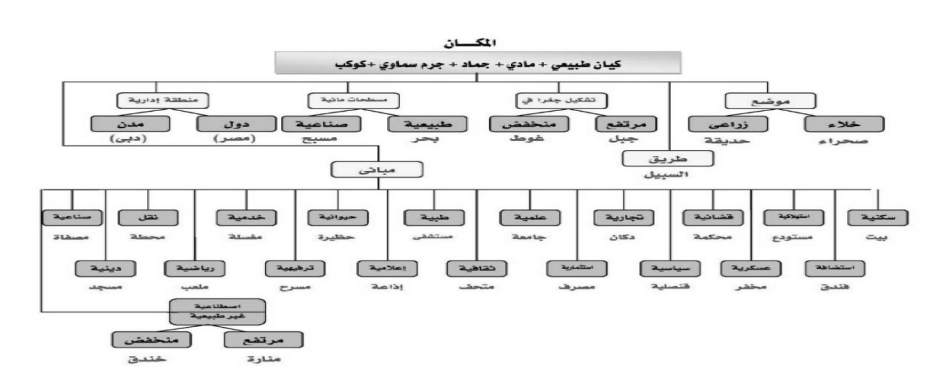
http://protege.stanford.edu/

كمجلد مضغوط، حيث لا يحتاج البرنامج إلى تنصيب، بل يتطلب فقط تحميل المجلد المضغوط الذي يحوي على إصدار مناسب للجهاز (ويندوز أو نظام تشغيل أبل)، بعدها يمكن فك ضغط المجلد وتشغيل البرنامج بالنقر على ملف run.

٥, ٣ استخدام برنامج بروتيجي Protégé

سنصمم أنطولوجيا المكان باستخدام برنامج بروتيجي الذي تعرفنا عليه فيه الفصل الثاني، وهي أنطولوجيا أنشأتها د.نوال الحلوة (الحلوة، ٢٠١٢م) كأنطولوجيا معجمية

تصف العلاقات الدلالية (التضمين والترادف) بين مفردات حقل المكان (انظر شكل ١). وسنستعرض طريقة استخدام البرنامج من خلال إنشاء جزء من هذه الأنطولوجيا.



شكل ١: أنطولوجيا المكان (الحلوة، ٢٠١٢م)

أول خطوة تبدأ بفتح البرنامج، وشكل ٢ يوضح واجهة البرنامج.

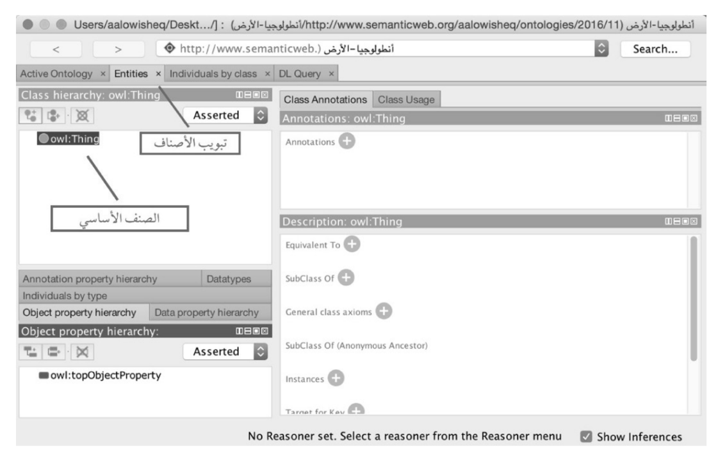


شكل ٢: أنطولوجيا المكان/ الأرض في واجهة برنامج بروتيجي

بعد فتح البرنامج يفضل تغيير اسم ملف الأنطولوجيا، وتسميته باسم الأنطولوجيا، فعندما لا يحدد المستخدم اسماً يقوم البرنامج بتسميته بحسب رقم تسلسلي، ومن المهم حفظ الملف عن طريق قائمة البرنامج المعتادة ملف ← حفظ.

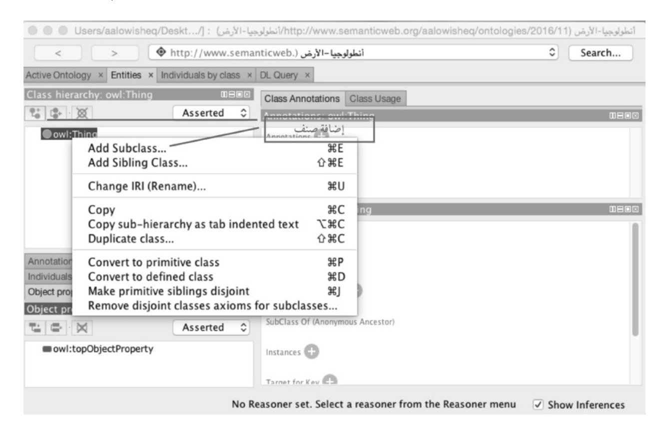
بعد ذلك نبدأ في بناء الأصناف الموجودة في الأنطولوجيا، وذلك بفتح تبويب

الأصناف «Entities» كما هو موضح في شكل ٣، ويظهر مستعرض الأصناف الذي يوضح هيكلة الأصناف كرسم شجري، كما يظهر صنف وحيد يدعى «شيء» «Thing» وهو الصنف الأب الذي تندرج منه كل الأصناف.



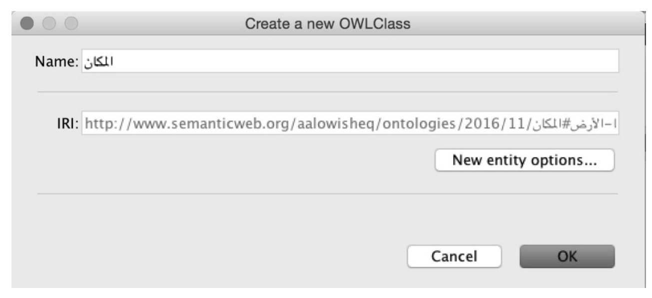
شكل ٣: أنطولوجيا المكان/ الأرض في واجهة برنامج بروتيجي

ولإنشاء الأصناف من الممكن استخدام أيقونة إضافة صنف أو عن طريق الضغط على زر الفأرة الأيمن، واختيار Add Subclass... كما في الشكل التالي



شكل ٤: طريقة إضافة صنف للأنطولوجيا

فتظهر النافذة التالية، وندخل اسم الصنف، في مثالنا هذا الصنف الذي سنضيفه هو صنف المكان.



شكل ٥: نافذة إضافة صنف للأنطولوجيا

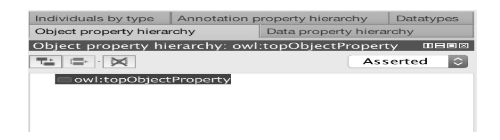
بعدها نكرر هذه العملية حتى ننتهي من هيكلة الأنطولوجيا، والأصناف إما أن تضاف كأصناف فرعية باستخدام الأيقونة السابقة أو تضاف كأصناف موازية باستخدام الأيقونة . وعند الانتهاء من الهيكلة كاملة تظهر أنطولوجيا المكان بالشكل التالي:



شكل ٦: أنطولوجيا المكان بعد إضافة الأصناف كما تظهر في مستعرض الأصناف

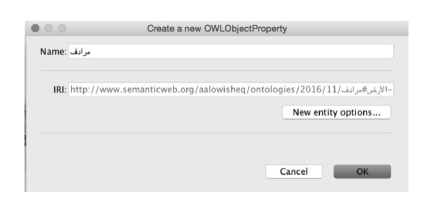
وبإمكاننا حذف صنف من خلال الأيقونة التالية

ولإنشاء العلاقات، سننتقل إلي مستعرض العلاقات الموجود أسفل مستعرض الأصناف الذي يظهر في الشكل التالي:



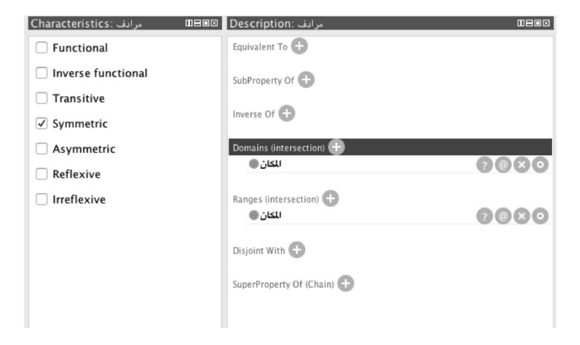
شكل ٧: مستعرض العلاقات

وننقر أيقونة إضافة العلاقة فتظهر النافذة التالية، وفي هذه الأنطولوجيا سنمثل علاقة الترادف فنكتب في النافذة اسم العلاقة.



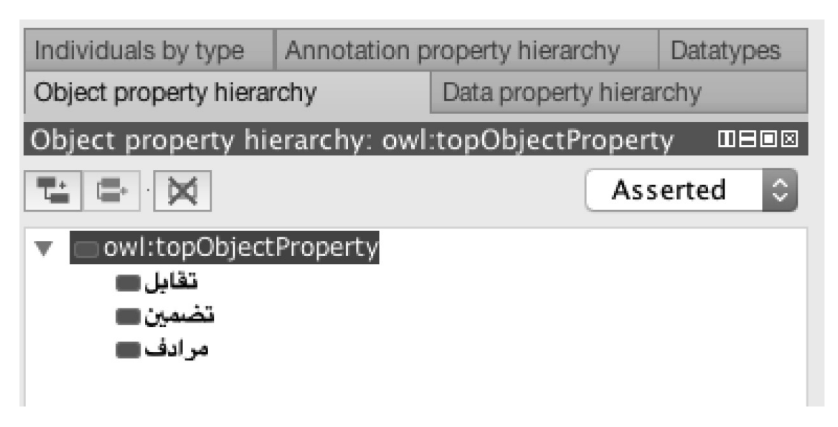
شكل ٨: نافذة إضافة العلاقة

ونحدد خصائص العلاقة، فعلاقة الترادف هي متماثلة بمعنى إن كانت المفردة (أ) مرادفة للمفردة (ب) فالعكس صحيح أيضاً، ولذا نختار خاصية الترادف، ونحدد مجال ومدى العلاقة وكلاهما من صنف المكان.



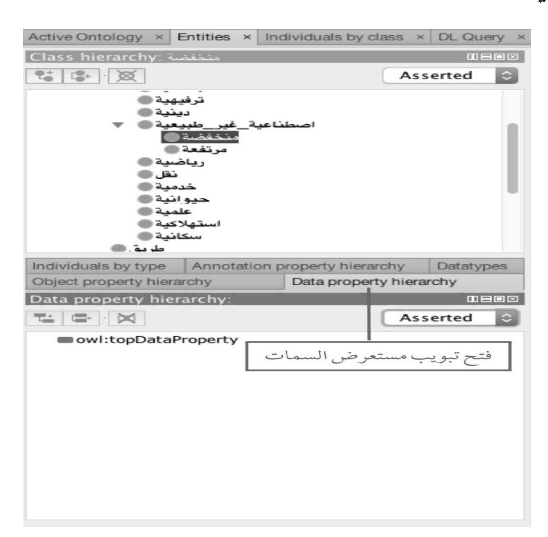
شكل ٩: تحديد خصائص العلاقة

بعد ذلك ننشئ بقية العلاقات التي لها نفس الخصائص ما عدا علاقة التضمين فهي ليست متماثلة.



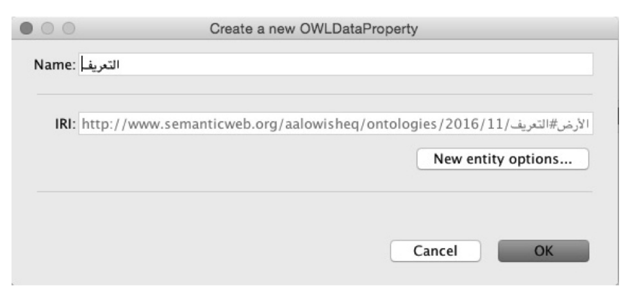
شكل ١٠: العلاقات في أنطولوجيا المكان

وكما أنشأنا العلاقات، ننشئ السمات بطريقة مشابهة، فنتوجه نحو تبويب السمات كما في الشكل التالي:



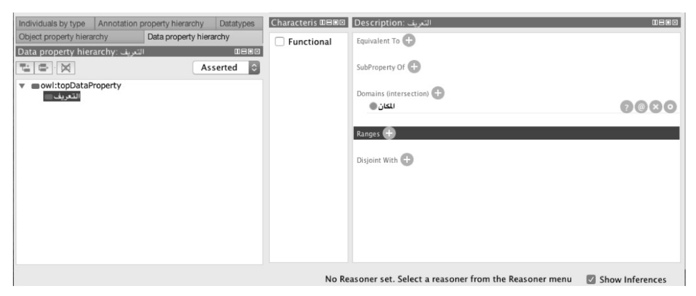
شكل ١١: تبويب مستعرض السمات

ولإضافة سمة ننقر أيقونة إضافة سمة فتظهر نافذة إضافة سمة، ثم ندخل اسم السمة كما في الشكل التالي:



شكل ١٢: نافذة إضافة سمة

وتظهر السمة في مستعرض السمات، ونستطيع تحديد خصائصه، فالسمة التي أضفناها هي «التعريف» ونقصد بها تعريف المفردة، ولذلك مجال هذه السمة هي المفردة ومداها ونوعها أو مداها هو نص التعريف الذي هو من نوع xsd:string.



شكل ١٣: خصائص السمات

ولنحدد نوع القيم التي تحددها السمة بأنها xsd:string أو غيرها عندما ننقر على Ranges تظهر القائمة التالية:



شكل ١٤: أنواع للقيم الخاصة بالسمات

ولإنشاء الأفراد نفتح تبويب مستعرض «الأفراد حسب الصنف» الموجود عند مستعرض الأصناف كما في الشكل:



شكل ١٥: مستعرض الأفراد

فتظهر جميع الأصناف في الأنطولوجيا، ونختار الصنف الذي نريد إنشاء فرد منه، في مثالنا هذا نختار صنف طريق.



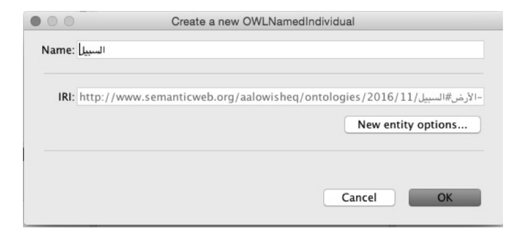
شكل ١٦: اختيار صنف طريق من مستعرض «الأفراد حسب الصنف»

فيظهر في مستعرض الأصناف أسفله صنف طريق كما في الشكل:



شكل ١٧: مستعرض الأفراد

وننقر على أيقونة إضافة فرد فتظهر نافذة إضافة فرد، ونكتب اسم المفردة «السبيل»



شكل ١٨: نافذة إضافة فرد

فتظهر في مستعرض الأفراد كما في الشكل التالي:



شكل ١٩: مفردة السبيل في مستعرض الأفراد

ونضيف باقي الأفراد بنفس الطريقة ولنوضح استخدام العلاقات مع الأفراد، سننشئ مفردة مرادفة للسبيل، كمفردة المسلك مثلاً. فتظهر كالشكل التالي:



شكل ٢٠: إضافة فرد آخر

ولإنشاء العلاقات بين الأفراد ننقر على إنشاء العلاقات للأفراد كما في الشكل التالي:



شكل ٢١: ربط الأفراد ببعضها بالعلاقات

فتظهر نافذة نحدد فيها العلاقة والفرد الذي ترتبط به



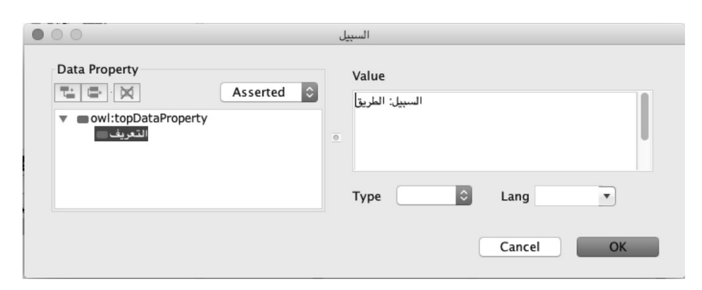
شكل ٢٢: نافذة ربط الأفراد بعلاقات

وهذا شكل الواجهة بعد الإضافة، ولكي نضيف سمة التعريف لمفردة «السبيل»، نختار إضافة السمة للأفراد كالشكل التالي:



شكل ٢٣: الواجهة بعد ربط الأفراد بعلاقات

فتظهر نافذة تحديد السمات، ونختار السمة التي نريد إضافتها للفرد، ومن ثم نعطيها القيمة المناسبة، ففي المثال السمة لمفردة «السبيل» هي تعريفها وتم تعريفها بالطريق.



شكل ٢٤: نافذة تحديد السمات للأفراد

وبعد الإضافة تظهر خصائص الفرد بالشكل التالي:



شكل ٢٥: خصائص الفرد

٥,٤ خاتمة

في هذا الفصل شرحنا طريقة استخدام برنامج بروتيجي، الذي يعتبر من أهم محررات الأنطولوجيا، وقد وضحنا طريقة استخدامه بتتبع مثال إنشاء أنطولوجيا المكان خطوة بخطوة.

٥,٥ المراجع

الحلوة، نوال بنت إبراهيم (٢٠١٢) أنطولوجيا الأرض (دراسة لغوية حاسوبية) القاهرة، مجلة علوم اللغة، المجلد ١٤، العدد ٣/ ٥٥.

■■■

الفصل السادس
خاتمة ونظرة مستقبلية

أ.د. هند بنت سليمان الخليفة

٦,١ تمهيد

إن الثورة المعرفية التي نعيشها اليوم تقوم على ركيزتي التقنية واللغة، حيث تعاظم اليوم دور اللغة في بناء المعرفة الإنسانية، ما جعل مجال معالجة اللغات الطبيعية آلياً واحداً من أهم مجالات الذكاء الاصطناعي، كونه يجمع بين مجالي علم اللسانيات وعلوم الحاسب.

وخلال رحلتنا في فصول هذا الكتاب عرضنا مفهوم الأنطولوجيا بصورة مبسطة وبجميع العناصر الهامة لفهمه، ونعلم أنه مازال هناك الكثير من المعلومات التي لم تعرض في هذا الكتاب، ولكن غموض المصطلح وحداثة المجال وجدته وقلة الدراسات العربية المستوفية فيه، وكذلك عزوف كثير من اللغويين العرب عن مجالات حوسبة اللغة أضعف الأبحاث العربية في هذا المجال، فالأنطولوجيا مجال خصب يتشاطره اللغويون والحاسوبيون، ولها دور كبير في إثراء الويب الدلالي.

وعلى ضوء ما سبق، كان الهدف الأساسي من تأليف هذا الكتاب السعي إلى ردم الفجوة في قلة المصادر باللغة العربية في هذا المجال الواعد بالإضافة إلى تعريف

المهتمين (سواء كانوا لغويين أو حاسوبيين) بهذا المجال الخصب ووضع اللبنات الأولى بالتعريف بهذه التقنية وإمكاناتها المتعددة.

لذا في خاتمة كتابنا هذا سنتطرق لبعض من التحديات والمجالات البحثية المستقبلية التي تكتنف مجال الأنطولوجيا لعلها تفتح آفاقا أرحب للباحثين وطلبة الدراسات العليا للخوض فيها.

٦ , ٢ التحديات

حاولت الباحثات خلال الفصول السابقة تسليط الضوء على أهم التحديات التي تواجه مجال الأنطولوجيا العربية سواء كانت في هندسته أو في أبحاثه الحالية أو حتى في الأطر اللغوية المستخدمة للتمثيل المعرفي وبناء أنطولوجيا للغة العربية، لكننا في هذا الجزء سنحاول اختزال ما تم ذكره سابقاً من تحديات في نقاط عامة يشترك فيها الجميع:

- **التحدي الأول**: يكمن في تعريب كلمة أنطولوجيا وما يتبعها من مصطلحات، فبعضها يوجد لها مقابل في اللغة العربية وإن وجدت فهناك تعدد للمعنى، فكلمة أنطولوجيا مستقاة من الفلسفة الإغريقية وتعني علم الوجود، وهذه الكلمة قد تجعل البعض يتردد في استخدام مثل هذه الكلمة في أبحاثهم، لذا نجد في بعض الأبحاث السابقة المكتوبة باللغة العربية استخدام ألفاظ مختلفة للدلالة على المصطلح، وهذا يؤدي إلى صعوبة البحث عن الدراسات السابقة في المجال.

- **التحدي الثاني**: في بناء الأنطولوجيا وتعديلها، إن اكتشاف مفاهيم أو علاقات متجددة قد يؤدي إلى تغيير بنية الأنطولوجيا، لذا يتوجب أن يكون هناك اتفاق على ماهية الإضافة أو التغيير في بنية الأنطولوجيا قبل الشروع بتعديلها.

- **التحدي الثالث**: قلة المصادر اللغوية للغة العربية بشكلها الرقمي، ونقصد

بالمصادر اللغوية القواميس والمدونات وغيرها التي تساعد في بناء الأنطولوجيا، فالجهود الموجودة هي جهود مبعثرة غير متكاملة، تبدأ عادة من الصفر وتتوقف عندما تشح الموارد مثل الوقت أو التمويل. وهذا مما يصعب مهمة الحاسوبي عند قيامه ببناء أنظمة تعتمد الأنطولوجيا في عملها، فيضيع وقته وجهده في البحث عن هذه المصادر وتحويلها إلى صيغ رقمية، يضاف إلى ذلك عند وجود مصادر لغوية مثل المدونات فإنها تأتي بصيغتها الخام مما يتطلب العمل عليها وتحشيتها بمعلومات لغوية تسهل معالجتها آليا.

- **التحدي الرابع**: ضعف مشاركة المصادر اللغوية والبرمجية لأنظمة الأنطولوجيا العربية، وهذا ما لاحظناه جلياً في الكثير من الأبحاث السابقة التي تستعرض أعمالها دون الإشارة لكيفية إعادة استخدامها كلياً أو جزئيا، يضاف لذلك الضعف في المحتوى العربي بالأنطولوجيات العامة والمتخصصة.

- **التحدي الخامس**: ضعف حركة النشر والترجمة والتعريب لأنظمة الأنطولوجيا باللغة العربية، فعلى سبيل المثال وحينما تحدثنا في الفصل الخامس عن برنامج البروتيجي، سيلاحظ القارئ أن واجهة البرنامج كانت باللغة الإنجليزية ولم يتم حتى الآن تعريب الواجهة (مع أن البرنامج مفتوح المصدر)، وقد يُعزا السبب في ذلك إلى قلة مستخدمي مثل هذه البرامج التخصصية من مختصي اللغة العربية تحديدا، أما فيما يتعلق بقلة النشر والترجمة، فهناك شبه ندرة للمجلات العربية المهتمة بنشر أبحاث الأنطولوجيا بشكل خاص والحوسبة العربية بشكل عام، كما أنه لا يوجد اهتمام في ترجمة الكتب المتميزة في المجال لنقل العلم للباحث العربي.

- **التحدي السادس**: عدم وجود مجموعات تهتم أو تتحالف – سواء كانت محلية أو إقليمية – في الوطن العربي لدفع حركة البحث في مجال الأنطولوجيا العربية

أسوة بما نراه في أوروبا وغيرها، وأيضاً عدم وجود تمثيل لأبحاث اللغة العربية في منظمات دولية مثل (http: / /www.webscience.org/).

٦,٣ نظرة للمستقبل

كما ذكرنا سابقا إن مجال أبحاث الأنطولوجيا العربية مازال وليدا كما أنه يتقدم ببطء، ومع ذلك فإن هذا لم يمنع الباحثين من الخوض في مجالات متقدمة في أبحاث الأنطولوجيا وذلك بإسقاط المنهجيات البحثية المستخدمة للغات الأخرى على اللغة العربية، وحاليا، يعتبر مجال أبحاث الأنطولوجيا العربية من المجالات الخصبة والواسعة التي يمكن لها أن تفتح آفاقا مستقبلية لدراسات بينية، من هذه الأفكار البحثية ما يلي:

- هناك الكثير من الدراسات اللغوية التي ينتجها الباحثون في مجال اللغة العربية إما كرسائل علمية أو بحوث ترقية والتي يمكن الاستفادة منها في تنشيط أبحاث الأنطولوجيا، غير أن الوصول لمثل هذه الأبحاث في الوقت الراهن صعب المنال لغياب ثقافة المشاركة ونشر العلم.
- بناء مصادر لغوية دلالية مثل فكرة بناء ووردنت عربية للقرآن الكريم (Quranic Arabic WordNet) (المايا وآخرون، AlMaayah et al.، 2016) وذلك عن طريق استخراج المرادفات بشكل آلي بالاعتماد على المعاجم العربية القديمة.
- بناء أدوات ومحررات خاصة بمعالجة الأنطولوجيا بواجهة عربية وتدعم التعامل مع النص العربي بسهولة، ودعم حركة تعريب الأدوات الحالية.
- بناء موقع مرجعي متخصص لتجميع الأنطولوجيا العربية وتصنيفها وفهرستها تمكن العاملين في المجال من مشاركة أنطولجياته، كما يحتوي الموقع على محرك بحث متخصص وكشاف بالأنطولوجيا المتاحة بالموقع.
- عمل دراسات مستفيضة للأدوات المتاحة حاليا لبناء الأنطولوجيا وتحريرها

وغيرها من وظائف لاختبار مدى ملاءمتها للغة العربية واقتراح تحسينات عليها.

٦,٤ رسالة أخيرة

نطمح في هذا الكتاب أن يفتح الباب للغويين على العمل على تفتيت اللغة والقدرة على وصفها بما يمهد لعمل الحاسوبيين لإنشاء أنطولوجيا عربية؛ ولن ينجح ذلك إلا بمد جسور متينة بين الفريقين تسهم في سد الفراغ المعرفي في هذا الجانب، بما سيمكن اللغة العربية حاسوبيا، ويعزز من وجودها تقنياً وحضاريا، وما ذلك على الفريقين بعزيز.

٦,٥ المراجع

AlMaayah، M.، Sawalha، M.، & Abushariah، M. A. (2016). Towards an automatic extraction of synonyms for Quranic Arabic WordNet. International Journal of Speech Technology، 19(2)، 177-189.

■■■

مسرد المصطلحات

الويب الدلالي	Semantic Web
نظريات نفسية لغوية	Psycholinguistic Theories
شبكة الكلمات	Wordnet
الحوسبة اللغوية/ اللسانيات الحاسوبية	Computational Linguistics
معالجة اللغة الطبيعية	Natural Language Processing
اشتمال	Hyperonymy
جزء من الكلام	(Part Of Speech (POS

Antonymy	تضاد
Meronymy	علاقة الجزء من الكل
Morphosemantic	علاقة الأفعال ودلالاتها
Class	صنف
Attribute	خاصية
Knowledge Base	قاعدة معرفة
Ontology Web Language	لغة الأنطولوجيا الشبكية
Foundational Ontology /Top Level Ontology	الأنطولوجيا الأساسية أو العليا
General Ontology	الأنطولوجيا العامة
Core Reference Ontology	أنطولوجيا أساسية مرجعية
Domain Ontology	الأنطولوجيا المخصصة بمجال معين (أنطولوجيا المجال)
Task Ontology	أنطولوجيا المهام

Application Or Local Ontology	الأنطولوجيا المخصصة لتطبيق معين (أنطولوجيا التطبيق) أو الأنطولوجيا المحلية
Descriptive Ontology For Linguistic And Cognitive Engineering	الأنطولوجيا التوصيفية للهندسة اللغوية والمعرفية
Endurant	الشيء المادي أو المعنوي الذي يتفاعل مع الزمن بواسطة
Perdurant	الشيء الذي يحدث في الزمن التي يشارك بها Endurant
Suggested Upper Merged Ontology	الأنطولوجيا المدمجة العليا المقترحة
Lexical Resource	ذخيرة لغوية
Synsets	مجموعات مترادفة
Sense	معنى
Axiom	حقيقة مسلمة

Framenet	شبكة الأطر
Frame Elements	عناصر الإطار
Lexical Units	الوحدات المعجمية
Annotation	تحشية
Propbank	بنك الأبنية الحملية
Coherence	الاتساق
Extensibility	الممدودية/ قابلية التوسع
Conceptualization	تصور المفاهيم
Ontology Specification	تحديد الأنطولوجيا
Knowledge Acquisition	اكتساب المعلومات
Formalization	تشكيل المفاهيم
Implementation	التنفيذ

Axiomatization	تبسيط الحقائق
Terminology Mapping	مقابلة المصطلحات
Physical	مادي
Abstract	مجرد
Entity	كيان
Markup Languages	اللغات الحاسوبية التوصيفية
Inductive Reasoning	الاستقراء المنطقي
Domain	مجال
Range	مدى
Properties	سمات
Relations	علاقات

■■■

تعريف بالباحثات المشاركات في التأليف

- الأستاذ الدكتور **هند بنت سليمان الخليفة**، أستاذ تقنية المعلومات بكلية علوم الحاسب والمعلومات- جامعة الملك سعود، حاصلة على الدكتوراه في تخصص علوم الحاسب من جامعة ساوثهبتون بالمملكة المتحدة تخصص دقيق تقنيات الويب الدلالي. شاركت أ.د.هند في عضوية العديد من اللجان على مستوى القسم والكلية والجامعة، كما أنها عملت مستشارا غير متفرغ لعدد من الجهات مثل وزارة التعليم العالي - المركز الوطني للتعلم الإلكتروني والتعليم عن بعد، ومشروع الملك عبدالله لتطوير التعليم، ورئيسة للفرع النسائي بجمعية الحاسبات السعودية. في مجال خدمة المجتمع عملت أ.د.هند كمحكم للعديد من المسابقات المحلية والدولية مثل جائزة الإنجاز في التعاملات الإلكترونية وجائزة التميز الرقمي بوزارة الاتصالات وتقنية المعلومات والأولمبياد الوطني للإبداع العلمي - مؤسسة الملك عبدالعزيز ورجاله للموهبة والإبداع، وأيضا كمراجع في عدد من المؤتمرات والمجلات الدولية والمحلية، وعضوية هيئة التحرير لمجلة جامعة الملك سعود - فرع كلية علوم الحاسب والمعلومات والمجلة الدولية لعلوم وهندسة الحاسوب بالعربية ومجلة التخطيط والسياسة اللغوية.

أما في مجال البحث العلمي فقد نشرت أ.د. هند أكثر من مائة بحث علمي في مؤتمرات وورش عمل ومجلات علمية محكمة وقامت بترجمة كتاب «مقدمة في معالجة

اللغة العربية آليا» لمؤلفه د. نزار حبش وقد حصل الكتاب على جائزة الملك عبدالله بن عبدالعزيز العالمية للترجمة في دورتها الثامنة، كما أنها تعمل على عدد من المشاريع البحثية المدعومة من الخطة الوطنية للعلوم والتقنية وإدارة منح البحوث بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، بالإضافة لمنح دولية مثل منحة قوقل لعلوم الحاسب في التعليم العام.

شاركت أ.د. هند في تأسيس وإدارة مجموعة إيوان البحثية (iwan.ksu.edu.sa) في كلية علوم الحاسب والمعلومات بجامعة الملك سعود والتي تهتم بالمعالجة الآلية للغة العربية وتقنيات الويب والتطبيقات الإسلامية وأبحاث تقنيات ذوي الاحتياجات الخاصة، الاهتمامات البحثية للدكتورة هند تتضمن تقنيات الويب والويب الدلالية والجوالة وقابلية الوصول والاستخدام وتطبيقات اللغة العربية ومعالجتها وتقنيات ذوي الاحتياجات الخاصة والتعليم الإلكتروني.

البريد الإلكتروني: hend.alkhalifa@gmail.com

- الأستاذ الدكتور **نوال بنت إبراهيم الحلوة**، أستاذ اللسانيات بجامعة الأميرة نورة بنت عبدالرحمن، وأستاذ كرسي بحث صحيفة الجزيرة للدراسات اللغوية الحديثة المرحلة الأولى عام (١٤٣٠-١٤٣٣) لها اثنان وعشرون بحثا منشوراً في علوم اللغة واللسانيات وعدد من أوراق العمل داخل المملكة وخارجها، ولها ثلاثة كتب مطبوعة، أقامت أول ملتقى للسانيات الحاسوبية عام ١٤٣٢هـ، تحت مظلة كرسي الجزيرة، وقدمت مبادرة مشروع التدريب على المهارات اللغوية بجامعة الأميرة نورة بنت عبدالرحمن عام ١٤٣٠هـ ومدرب معتمد فيها، أنجزت بحثا لأنطولوجيا الأرض بإشراف د.نبيل علي (رحمة الله)، وفي عام ١٤٣٥هـ تقدمت لقسم اللغة العربية بجامعة الأميرة نورة بمبادرة فتح مساق اللسانيات الحاسوبية في مرحلة الماجستير وتم افتتاح المساق في عام ١٤٣٦ هـ.

كما أنها عضو الجمعية العلمية للغة العربية، وقدمت مبادرة فتح القسم النسائي منها في جامعة الأميرة نورة بنت عبدالرحمن عام ١٤٢٩هـ، و عضو مجلس أمناء جائزة التميز النسائي بنادي القصيم الأدبي عام ١٤٣٦هـ ورئيسة لجنة الجائزة عام ١٤٣٧هـ، وعضو مجلس مجمع اللغة العربية على الشبكة العالمية منذ عام ١٤٣٣هـ، و عضو الهيئة الاستشارية لمجلة علوم اللغات وآدابها جامعة أم القرى ١٤٣٧هـ، وعضو اللجنة

العلمية لمؤتمر الأدباء عام ١٤٣٨هـ، ورئيسة اللجنة العلمية لملتقى (قضايا اللسانيات والأدب في الدراسات المغربية السعودية- مقاربات ومراجعات) عام ١٤٣٨ هـ وباحث مشارك في معجم الطلاب المرحلة الابتدائية ١٤٣٨هـ.

البريد الإلكتروني: drnawalh@gmail.com

- الدكتورة **عريب بنت عبدالله العويشق**، أستاذ علوم الحاسب المساعد بكلية علوم الحاسب والمعلومات، بجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، حاصلة على درجة الماجستير في علوم الحاسب من جامعة الملك سعود، وحصلت على درجة الدكتوراه في علوم الحاسب من جامعة ساوثهامبتون ببريطانيا عام ٢٠١٤م في تخصص الويب الدلالي وخدمات الويب والنظم والموزعة. نشرت عددا من الأبحاث في المجال، وهي الباحث المساعد لمشروع تحليل الآراء العربية وعضو في مجموعة إيوان البحثية، اهتماماتها البحثية تشتمل على أبحاث حوسبة اللغة العربية وتحليل البيانات ونمذجتها.

البريد الإلكتروني: a.alowisheq@gmail.com

- الأستاذة **عالية بنت عمر باحنشل** باحثة في المركز الوطني لتقنية الحاسب والرياضيات التطبيقية بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، طالبة دكتوراة في جامعة الملك سعود، الرياض، في مجال معالجة اللغة العربية باستخدام البيانات المترابطة، لها أبحاث منشورة في مجال الويب الدلالية والبيانات المترابطة، وإحدى المشاركات في مشروع تمثيل علاقة التقابل في القرآن الكريم باستخدام الويب الدلالية، حاصلة على درجة الماجستير من جامعة الملك سعود في مجال الاختبار الآلي للبرامج الحاسوبية، مهتمة بمجال معالجة اللغة العربية واستنباط التغير اللغوي عبر الزمن بشكل آلي.

البريد الإلكتروني: a.bahanshal@gmail.com

■■■

الفهرس

مباحث لغوية ٢٩

علم الدلالة والأنطولوجيا

يُصدِر مركز الملك عبدالله بن عبدالعزيز الدولي لخدمة اللغة العربية هذا الكتاب ضمن سلسلة (مباحث لغوية)، وذلك وفق خطة عمل مقسمة إلى مراحل، لموضوعات علمية رأى المركز حاجة المكتبة اللغوية العربية إليها، أو إلى بدء النشاط البحثي فيها، واجتهد في استكتاب نخبة من المحررين والمؤلفين للنهوض بعنوانات هذه السلسلة على أكمل وجه.

ويهدف المركز من وراء ذلك إلى تنشيط العمل في المجالات التي تُنَبّه إليها هذه السلسلة، سواء أكان العمل علميا بحثيا، أم عمليا تنفيذيا، ويدعو المركز الباحثين كافة من أنحاء العالم إلى المساهمة في هذه السلسة.

وتودّ الأمانة العامة أن تشيد بجهد المؤلفات، وجهد محررة الكتاب، على ما تفضلوا به من رؤى وأفكار لخدمة العربية في هذا السياق البحثي.

والشكر والتقدير الوافر لمعالي وزير التعليم المشرف العام على المركز، الذي يحث على كل ما من شأنه تثبيت الهوية اللغوية العربية، وتمتينها، وفق رؤية استشرافية محققة لتوجيهات قيادتنا الحكيمة.

والدعوة موجّهة إلى جميع المختصين والمهتمين بتكثيف الجهود والتكامل نحو تمكين لغتنا العربية، وتحقيق وجودها السامي في مجالات الحياة.

الأمين العام

د.عبدالله بن صالح الوشمي



ص.ب ١٢٥٠٠ الرياض ١١٤٧٣
هاتف:٠٠٩٦٦١١٢٥٨٧٢٦٨ - ٠٠٩٦٦١١٢٥٨١٠٨٢
البريد الإليكتروني: nashr@kaica.org.sa

